И. Г. КУДЕРСКИЙ

РУКОВОДСТВО ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СУХИХ БРОМОСЕРЕБРЯНЫХ ФОТОПЛАСТИН, НЕГАТИВОВ И ДИАПОЗИТИВОВ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

И. Г. КУДЕРСКИЙ

РУКОВОДСТВО ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СУХИХ БРОМОСЕРЕБРЯНЫХ ФОТОПЛАСТИН, НЕГАТИВОВ И ДИАПОЗИТИВОВ

Рекомендовано Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР в качестве руководства для предприятий, изготовляющих фотопластинки лабораторным путем

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
Москва 1972

УДК 541.141:528.926:655.226.433

Кудерский И. Г. **Руководство по изготовлению сухих бромосеребряных фотопластин, негативов и диапозитивов.** М., изд-во «Недра», 1972 г., стр. 120.

К книге изложены вопросы комплексной технологии получения бромосеребряных эмульсий фотопластин, негативов и диапозитивов при подготовке карт к изданию, а также при издании карт.

При изложении материала автор использовал достижения науки и техники, опубликованные в литературе, а также опыт передовых предприятий в этой области.

Руководство состоит из четырех глав. В первой главе представлены необходимые материалы, условия, рецептура и технология получения бромосеребряных фотоэмульсий и фотоматериалов, изготовляемых лабораторным методом. Вторая глава руководства касается условий и технологии изготовления негативов на основе полученных бромосеребряных материалов с методикой контроля качества их. В третьей главе освещены вопросы технической и расчленительной ретуши негативов, технические требования к ретушерным работам. Четвертая глава посвящена описанию технологии получения диапозитивов для стереофотограмметрических работ. В пятой главе представлена рецептура растворов, применяемых в технологических процессах химико-фотографической обработки.

Указанные описания дают возможность полностью исключить применение мокроколлодионного способа и в четыре-пять раз сократить расход серебра, кроме того, дают общую экономию средств, повышают производительность труда и культуру производства, а также позволяют резко сократить производственные потери.

Таблиц 6, иллюстраций 40, библиография — 16 названий.

1—3—1
81—1972

ВВЕДЕНИЕ

В производстве создания карт, начиная с аэрофотосъемки и заканчивая их изданием, имеют большое значение фотографические процессы. К фотографическим материалам геодезического, фотограмметрического и картографического производств предъявляются большие требования как по качеству изображения, информационной емкости, так и по обеспечению высокой точности заданных размеров картографического изображения. Поэтому большинство фотографических процессов должно выполняться на светочувствительных слоях с недеформирующейся подложкой (стекло и недеформирующиеся пластинки).

Длительное время в репродукционной фотографии, в том числе и в картографическом производстве применялся мокроколлодионный способ изготовления негативов (на стекле), предложенный Арчером (Англия) еще в 1851 г. и сохранившийся до наших дней без каких-либо изменений. Этот способ наряду с положительными качествами (большая разрешающая способность, высокая контрастность и др.) имеет много недостатков. Он не гарантирует постоянства свойств, затрудняет механизацию, а тем более автоматизацию фотографических процессов, не позволяет производить сенситометрический (объективный) контроль качества фотопластин. Серьезным недостатком этого способа является невозможность практически сенсибилизировать светочувствительный слой, т. е. изменить его природную чувствительность, которая ограничивается только сине-фиолетовой частью видимого спектра. Поэтому на мокроколлодионные слои можно фотографировать только черно-белые оригиналы.

В последнее время промышленность начала выпускать бромосеребряные фотоматериалы, которые по своим фотографическим свойствам довольно близки к мокроколлодионным слоям. В связи с этим появилась возможность заменить мокроколлодионные слои производстве издания карт на сухие броможелатиновые.

Броможелатиновые фотоматериалы выпускаются промышленностью в виде пленок и пластинок. Но они не могут полностью удовлетворить потребности аэрогеодезического, фотограмметрического картографического производств. Фотопластинки выпускаются равнительно небольших размеров (до 500×600 *мм*) на тонком

стекле, в то время как для издания карт, как правило, нужны пластины размером до 1250×1250 *мм*, на утолщенном, более прочном зеркальном стекле. Фототехнические пленки выпускаются на подложке, которая легко деформируется. Поэтому они совершенно непригодны для точных фотограмметрических и картографических работ. Следовательно, до освоения промышленностью выпуска фототехнических пленок на недеформирующейся основе геодезические и картографические предприятия вынуждены сами изготовлять броможелатиновые пластины нужных форматов и фотографических характеристик.

Аэрогеодезические предприятия от мокроколлодионного способа отказались и перешли на собственное изготовление бромосеребряных пластин еще в 40—50-х годах текущего столетия. Картографические же фабрики на броможелатиновые слои начали переходить только с 1966 г., после того как И. Г. Кудерским была предложена технология изготовления лабораторным путем особоконтрастных, мелкозернистых фотоэмульсий, пригодных для картографического производства.

Целью настоящего руководства является оказание помощи работникам аэрогеодезических и картографических предприятий в организации изготовления бромосеребряных пластин и получения на них негативов и диапозитивов. Приведенная в руководстве рецептура рабочих растворов достаточно проверена в производственных условиях и позволяет получить хорошее качество негативов и диапозитивов.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ГАЛОГЕНИДОСЕРЕБРЯНЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

Процесс производства фотографических материалов состоит из двух основных стадий: синтеза фотографической эмульсии и нанесения ее на различные подложки — основы.

Светочувствительной эмульсией принято называть желатиновый или другой коллоидный раствор, в котором во взвешенном состоянии находятся микрокристаллы галогенного серебра. При синтезе фотографической эмульсии применяется много различных химических веществ, как, например, оптические сенсибилизаторы, коллоиды и целый ряд других органических и неорганических соединений.

По виду подложки светочувствительные материалы делятся: на фотопластинки (подложка — силикатное стекло), фотопленки (подложки — пленки, пластики) и фотобумагу (подложка — бумага).

Строение фотографического материала может быть довольно сложным, а в простейшем случае это будет: 1) подложка (стекло); 2) подслой; 3) светочувствительный эмульсионный слой (рис. 1).

Подслой представляет собой тонкий слой (около 0,001 *мм*) задубленной желатины или какого-либо другого коллоида и предназначается для лучшего сцепления эмульсионного слоя с подложкой. Многие негативные светочувствительные материалы имеют специальный противоореольный слой. Этот слой может быть нанесен либо на обратную сторону подложки, либо между эмульсионным слоем и подслоем (рис. 2). Назначение противоореольного слоя — препятствовать образованию ореолов, паразитных почернений, возникающих при фотографировании ярких объектов на темном фоне, и способствовать улучшению качества изображения.

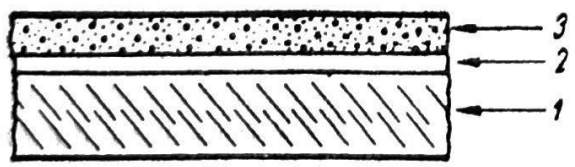

Рис. 1. Простейшая схема строения фотопластинки
1 — подложка (стекло); *2* — подслой; *3* — эмульсионный слой

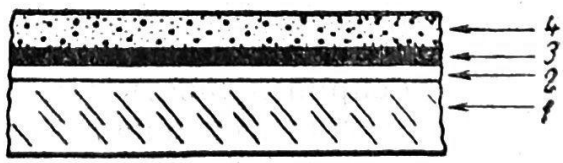

Рис. 2. Схема строения фотопластинки с противоореольным слоем
1 — подложка; *2* — подслой; *3* — противоореольный слой; *4* — эмульсионный слой

В ряде случаев эмульсионный слой фотоматериалов покрывают дополнительным тонким коллоидным слоем для защиты его от механических повреждений. При проявлении пластинок он способствует уменьшению поверхностной вуали и зернистости изображения. Использование защитного слоя особенно положительно сказывается на качестве изображения на фотоматериалах с тонкими слоями светочувствительной эмульсии.

К основным свойствам светочувствительной эмульсии относятся: светочувствительность, цветочувствительность, разрешающая способность, фотографическая широта, контрастность, вуаль. Свойства светочувствительной эмульсии зависят от состава компонентов и способа ее приготовления.

Естественная чувствительность галлоидных солей находится в области синих и сине-фиолетовых лучей солнечного спектра. При введении в эмульсию некоторых красителей повышается ее спектральная чувствительность. Такой способ изменения спектральной чувствительности эмульсии называется оптической сенсибилизацией. Оптическая сенсибилизация, как правило, увеличивает общую чувствительность фотослоя. Эмульсия, обладающая естественной чувствительностью, называется несенсибилизированной. Эмульсия с дополнительной чувствительностью к зеленым и желтым лучам — ортохроматической, и ко всем лучам, включая красный, — панхроматической.

Однако панхроматическая эмульсия не может правильно передавать зеленую и сине-зеленую части спектра. Наиболее равномерной чувствительностью ко всему видимому спектру обладает изопанхроматическая эмульсия. Эмульсия, очувствленная к инфракрасным лучам, называется инфрахроматической и применяется при специальных съемках.

Микрокристаллы или как их называют эмульсионные «зерна» независимо от их формы, находясь во взвешенном состоянии, равномерно располагаются в несколько (20—40) ярусов по всей толщине эмульсионного слоя. Такое расположение отражается на фотографическом изображении, которое всегда имеет землистую структуру. Это в какой-то мере снижает способность фотографического материала к воспроизведению очень мелких деталей. Зернистость бывает значительно больше у высокочувствительных материалов и минимальная у материалов с низкой чувствительностью и высокой контрастностью (рис. 3). Мелкозернистые эмульсии имеют большую контрастность и разрешающую способность; мелкое зерно создает большую резкость, меньший ореол рассеивания, лучшую восприимчивость к сенсибилизации.

В зависимости от назначения и технологии изготовления фотографический слой имеет толщину примерно 10—12 *мкм* и различные оттенки — от светло-желтого, почти белого, до ярко-желтого. В случае введения сенсибилизаторов в эмульсию цвет может быть розовый, зеленоватый, сероватый или какой-либо другой. Цвет эмульсии зависит от того, какой сенсибилизатор будет введен. По-

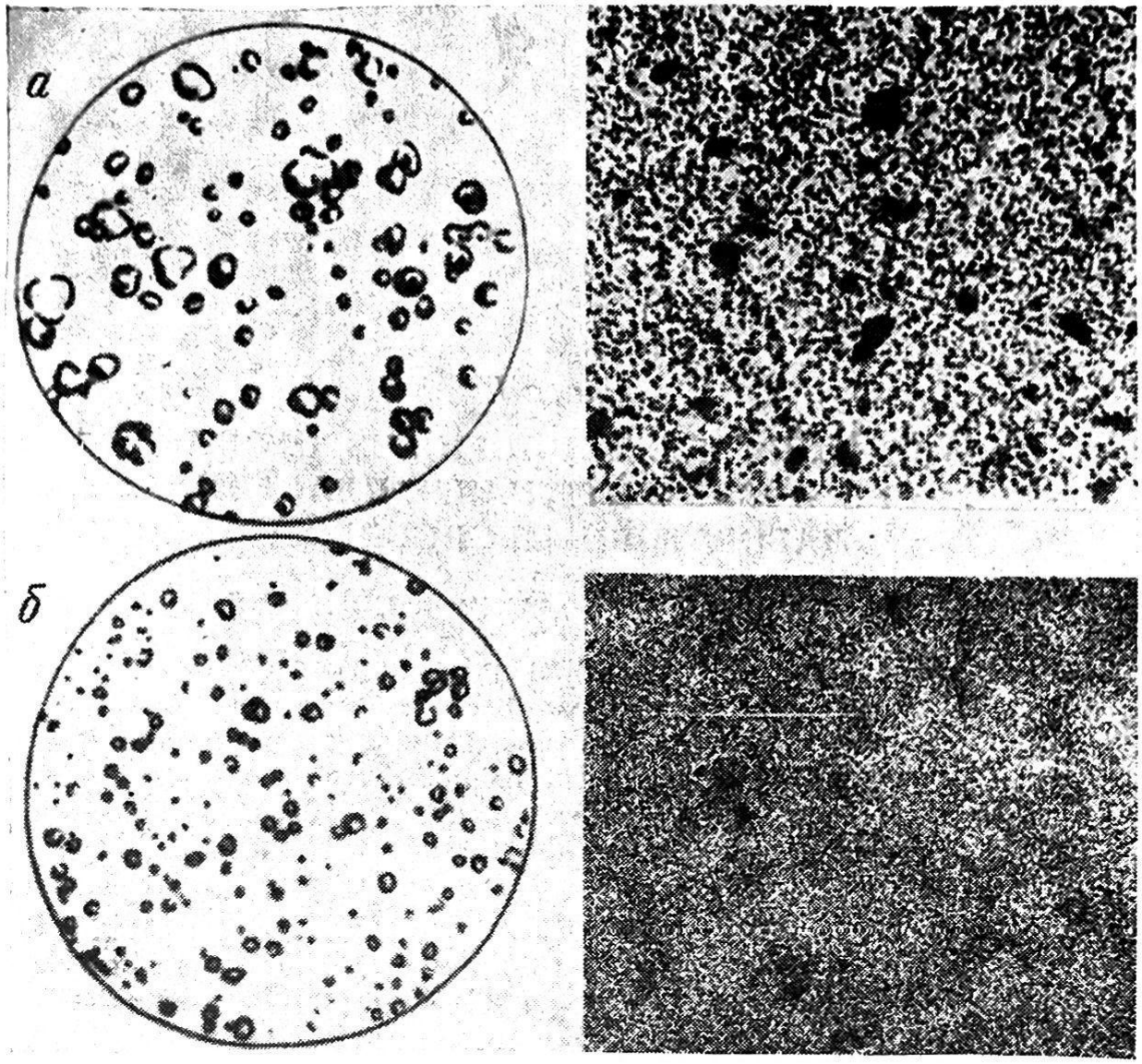

Рис. 3. Микрофотографии эмульсионных зерен

а — высокочувствительной эмульсии; *б* — малочувствительной эмульсии [увеличение 300× (справа) и 2000× (слева)

верхность эмульсионного слоя может быть глянцевая, матовая или полуматовая.

В настоящее время наша промышленность выпускает фотографические материалы в большом ассортименте как в отношении спектральной чувствительности, так и структуры. В аэрогеодезических и картографических предприятиях в основном работы выполняют на несенсибилизированных, малочувствительных, контрастных фотографических слоях, поэтому о них и пойдет речь в данном руководстве.

Глава I

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛАСТИН ЛАБОРАТОРНЫМ СПОСОБОМ

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЮ

Для производства синтеза эмульсии и полива фотографических слоев лабораторным путем необходимо иметь достаточное по площади и правильно распланированное помещение. Площадь его будет зависеть от размеров пластин, их назначения и объема работ. В среднем общая площадь может составлять 80—100 $м^2$.

Помещение для изготовления фотопластин следует располагать рядом с помещением, предназначенным для последующих фотомеханических работ с таким расчетом, чтобы сократить расстояния при транспортировке стекол для полива и готовых фотопластин. На рис. 4 приведена схема примерной планировки помещений и расстановки оборудования лаборатории по изготовлению фотопластин.

Помещение должно быть сухим с относительной влажностью 45—65%, чистым, с температурой воздуха 18—20°С и изолированным от проникновения пыли, вредных паров и газов (аммиака, скипидара, формальдегида, выхлопных газов от моторов, сероводорода, органических растворителей и др.). Наличие последних отрицательно сказывается на качестве светочувствительных слоев и приводит к браку.

При планировке помещений для изготовления фотопластин необходимо предусмотреть поточность выполнения операций и обеспечить безопасные условия работы. Это особенно важно при наличии громоздких стекол.

Вход в темные комнаты лучше всего строить по принципу так называемого лабиринтного хода, позволяющего входить и выходить в темные комнаты всегда в одном направлении, не встречаясь с другими исполнителями.

Стены и потолки должны быть гладкими и окрашенными масляной краской светлого тона (белой, бледно-голубой, бледно-желтой и т. п.) с матовой поверхностью. Светлая окраска позволяет более

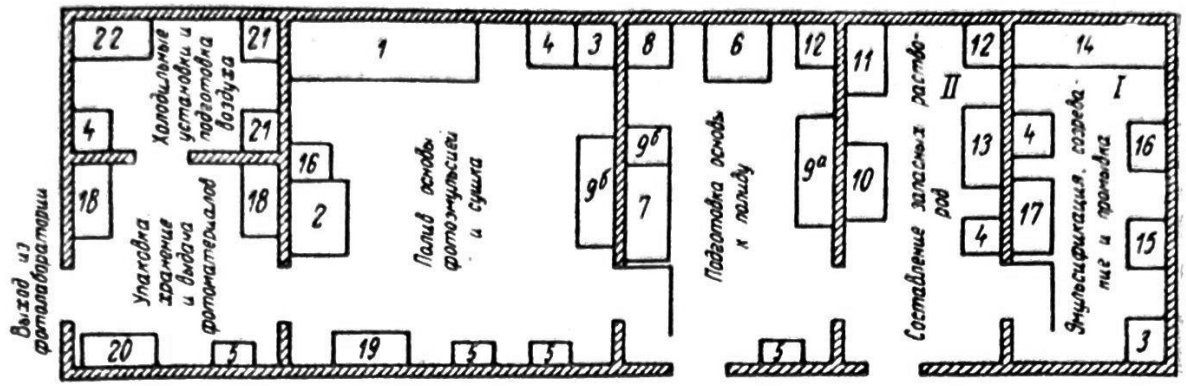

Рис. 4. Схема планировки помещений и расстановки оборудования лаборатории по изготовлению эмульсии и фотопластин

1 — установка для полива; *2* — сушильный шкаф; *3* — холодильник марки «ЗИЛ» или др.; *4* — рабочий стол; *5* — ящики на роликах для транспортировки стекол или фотопластин; *6* — стол для полировки стекол; *7* — сушильный шкаф для стекол с нанесенным подслоем; *8* — рабочий шкаф; *9, а, б* — подставки для стекол; *10* — стол для взвешивания химических веществ; *11* — лабораторный шкаф для запасных растворов и химических реактивов; *12* — раковина; *13* — стол для составления растворов; *14* — мойка; *15* — пресс; *16* — термостат; *17* — вытяжной шкаф; *18* — шкаф для хранения готовых пластин; *19* — стол для просмотра фотопластин; *20* — стол для выдачи фотопластин; *21* — фреоновые установки; *22* — камера подготовки воздуха

рационально использовать при работе общее неактиничное освещение и снизить утомляемость исполнителей. Поверхность стен на высоту 1,5 *м* от пола (а еще лучше до потолка) целесообразно покрыть облицовочной белой плиткой или пластмассой. Это значительно облегчит уборку и содержание помещения в чистоте.

Необходимо помнить, что желатина, входящая в состав эмульсии, является хорошей питательной средой для быстрого размножения микроорганизмов. Особенно это проявляется при повышенной температуре и влажности. Поэтому технология изготовления светочувствительных слоев требует постоянной чистоты и порядка в помещении. Полы должны быть ровными, не скользкими и удобными для поддержания постоянной чистоты (например, покрыты линолеумом, пластиком или метлахской плиткой). Большое значение имеет чистота воздуха, его температура, скорость движения и влажность, которые должны регулироваться соответствующей установкой и вентиляцией.

Работы, связанные с синтезом эмульсии, поливом, высушиванием, сортировкой и упаковкой фотопластин, производятся при неактиничном свете. Поэтому освещение должно быть актиничное и неактиничное. Его распределение (общее и на рабочих местах) является важной предпосылкой сохранения зрения работников и изготовления доброкачественных фотопластин.

Неактиничное освещение должно быть равномерным и рассеянным, без бликов, резких теней, контрастов. Оно не должно вызывать возникновения вуали при освещении несенсибилизированных пластин светочувствительностью до 2 ед. ГОСТа в течение 15 *мин*. В то же время освещенность рабочей поверхности должна быть достаточной для того, чтобы при поливе и контроле фотопластин

можно было различать предметы размером от 1 *мм* и выше. При изготовлении сенсибилизированных пластин освещение изменяют светофильтрами, пропускающими только те лучи, которые не действуют на данный светочувствительный слой.

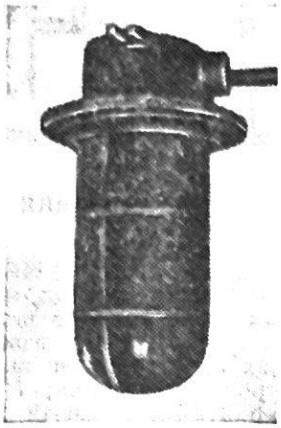

Рис. 5. Арматура СОМ

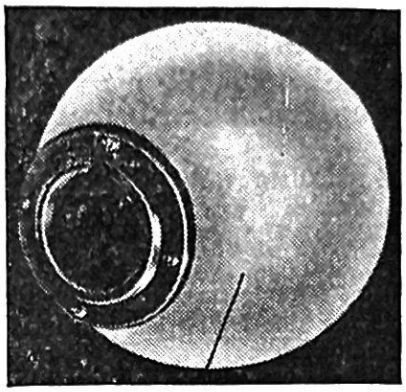

Рис. 6. Стеклянный колпак

Так как пленочные желатиновые светофильтры быстро выходят из строя из-за влияния температуры и влажности, целесообразно применять стеклянные светофильтры. Хорошо использовать для этих целей арматуру СОМ со стеклянными колпаками, окрашенными в массе в неактиничный красный или зеленый цвет (рис. 5). Неактиничные источники света (арматура СОМ, окрашенные электролампы и пр.) целесообразно закрывать вторым колпаком (рис. 6) из опалового или молочного стекла. Это позволяет получать мягко рассеянный и равномерный свет.

Для регулярной уборки помещения, которую производят влажными тряпками и пылесосом, необходим белый свет (актиничный) с отдельно установленными выключателями. Вся электропроводка в помещениях, связанных с изготовлением эмульсии и бромосеребряных пластин, выполняется с соблюдением правил техники безопасности для сырых помещений.

Помещения, где производят синтез эмульсии, полив и сушку светочувствительных пластин, должны быть хорошо изолированы при помощи ставен, штор и пр. от проникновения дневного света. Вместе с тем шторы должны легко открываться во время основательной уборки помещения. Двери в темных помещениях должны открываться только в сторону светлого помещения. В дверных проемах между помещениями недопустимы пороги и уступы.

2. ОБОРУДОВАНИЕ

Оборудование лаборатории для изготовления фотографических пластин зависит от характера и объема работ.

К основному оборудованию относятся:

1) установка для полива фотоэмульсии на подложку и ее студенения (с фреоновой холодильной установкой типа ИФ-49) . . . . . 1 шт.
2) сушильный шкаф . . 1 »
3) термостат суховоздушный Т-40 . . . . . 2 »
4) дистилятор типа Д-1 . 1 »
5) холодильник типа ЗИЛ 2 »
6) электрокипятильник типа КНД-17 или другой марки . . . . . 1 »
7) пресс для эмульсии . 1 »
8) бак для промывки эмульсии . . . . . 1 шт.
9) вытяжной шкаф . . . 1 »
10) лабораторный шкаф для химикатов . . . . . 1 »
11) весы технические 1-го класса . . . . . 1 »
12) весы торговые на 10—15 *кг* . . . . . 1 »
13) мойки или раковины . 2 »
14) рабочие столы . . .
15) пылесос . . . . . 1 »
16) вакуум-насос . . . . 1 »
17) фильеры для полива . 3—4 »

Кроме того, необходимо также иметь следующую посуду:

1) бачки из нержавеющей стали (сталь марки 1Х18Н9Т или 18Н112 по ГОСТ 5582—50) емкостью на 15—20 *л* . . . 4 шт.
2) бачки из нержавеющей стали (марки стали те же, что в п. 1) емкостью на 10 *л* . . . . « »
3) бачки из нержавеющей стали (марки стали те же, что в п. 1) емкостью на 5 *л* . . . . 5 »
4) совки из нержавеющей стали или пластмассы . 4 »
5) ножи из нержавеющей стал или оргстекла . . 2 »
6) ртутные термометры до 100° С . . . . . 4 шт.
7) кружки фарфоровые на 1 *л* и более . . . . 5 »
8) кюветы из нержавеющей стали или пластмассы на 5—10 *л* . . 3 »
9) колбы Эрленмейера на 2—5 *л* . . . . . 4 »
10) колбы круглые плоскодонные 0,5—1 *л* . . . 5 »
11) мерные стаканы разных емкостей . . . . . 6 »
12) мерные цилиндры . . 4 »

и другую разную посуду с притертыми пробками для запасных растворов, а также воронки, бюретки, пипетки и пр.

Установка для полива фотопластин, а также сушильный шкаф должны иметь такие габариты, которые позволяли бы изготовлять фотопластины или фотопленки необходимых для данного производства форматов.

Конструкция установки для полива может быть любой, но при этом она должна обеспечить: 1) надежное и устойчивое положение подложки во время полива и студения эмульсии; 2) строго горизонтальное положение стекла, на которое кладут подложку, и возможность его нивелирования; (уровни могут быть закреплены непосредственно на стекле снизу, в продольном и поперечном направлении); 3) равномерное распределение эмульсии на подложке; 4) быстрое (3—4 *мин*) студение нанесенной эмульсии; 5) наличие неактиничного освещения снизу для контроля на просвет качества нанесения эмульсии; 6) чистоту проведения процессов полива и студения.

Такая установка с поливом при помощи ручной фильеры показана на рис. 7. Каркас ее изготовлен из уголкового железа. Дно и две боковые стенки обшиты фанерой или пенопластом толщиной

10 *мм* и облицованы с двух сторон алюминием. Внутри установки размещены: испарители от фреоновой холодильной установки типа ИФ-49 (рис. 8), два настольных вентилятора (тип НВ-4); неактиничные светильники типа СОМ-60 или СОМ-200 по четыре штуки в каждой секции, с самостоятельными выключателями.

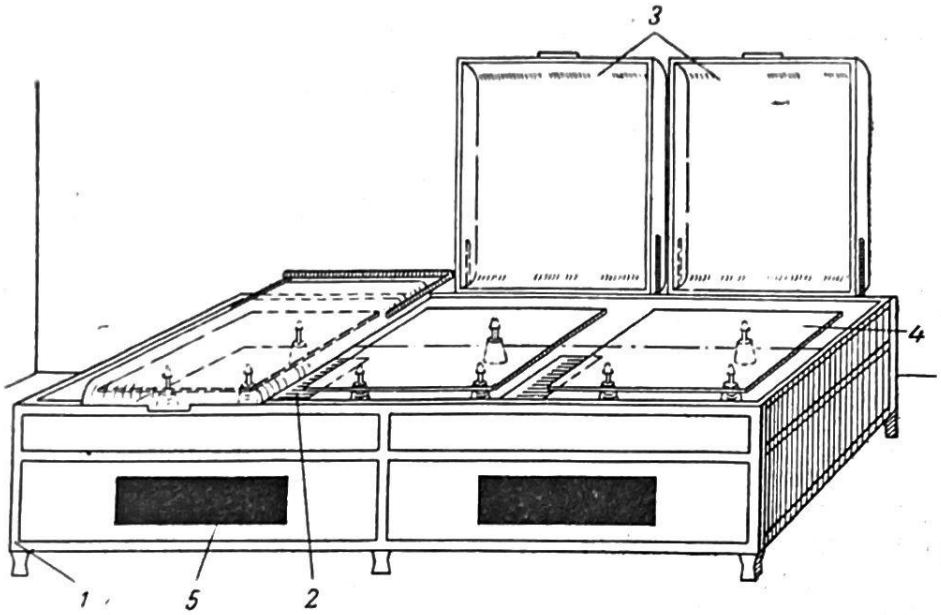

Рис. 7. Установка для полива фотопластин

1 — каркас; *2* — испарители; *3* — крышки из оргстекла; *4* — установочное стекло с нивелирными винтами; *5* — неактиничные светофильтры

На ребро уголкового железа установлены (посредине стола) три матированных стекла толщиной не менее 10 *мм*, на которые поставлены нивелировочные винты для юстировки калиброванного стекла.

Каждая поливная секция установки имеет крышки с противовесом. Крышки изготовлены из оргстекла.

К сушильному шкафу предъявляются следующие требования: 1) производительность шкафа должна полностью обеспечивать потребность производства в фотопластинах; 2) фильтры, через которые воздух поступает в шкаф, должны обеспечивать его полную очистку; 3) температура воздушного потока должна быть в пределах от +20 до +35°С. Регулирующие приспособления для установки температуры и влажности должны быть удобными и надежными в эксплуатации; 4) загрузка и выгрузка фотопластин также должны быть удобны; 5) конструкция шкафа должна обеспечивать сушку пластин различных размеров.

На рис. 9 показана схема сушильного шкафа, который успешно используется в предприятии № 7. Его конструкция проста и удобна в эксплуатации. Каркас шкафа изготовлен из уголкового железа при помощи сварки. Стены и дверцы деревянные (толщина 40 *мм*), они обиты как внутри, так и снаружи железом и окрашены в три слоя белой нитрокраской.

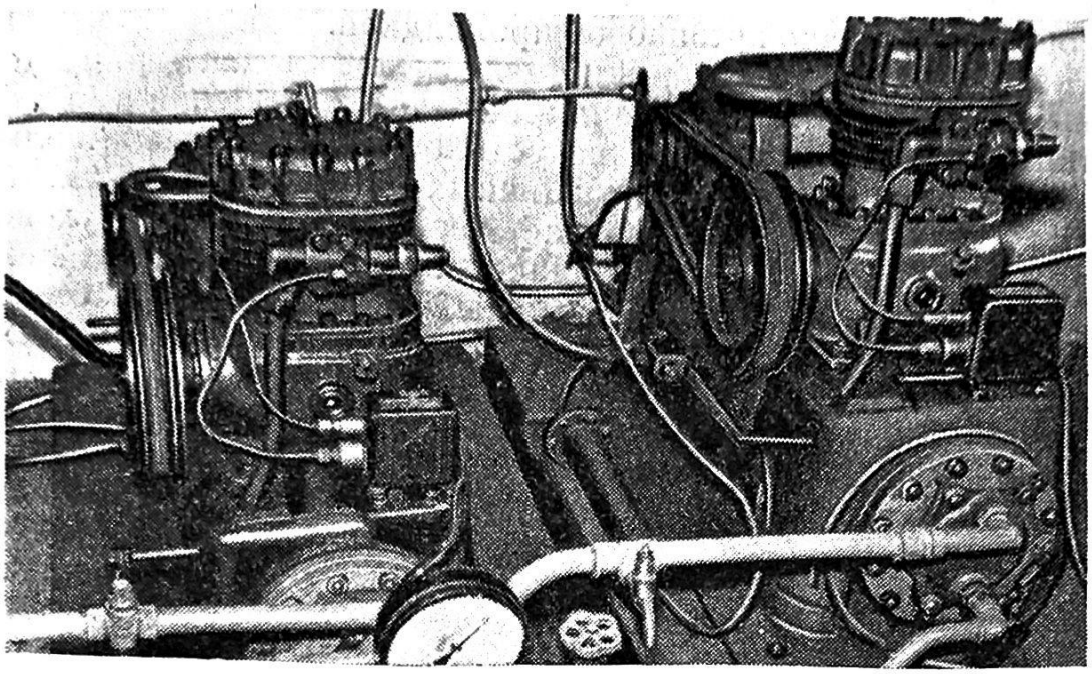

Рис. 8. Фрионовая холодильная установка ИФ-49

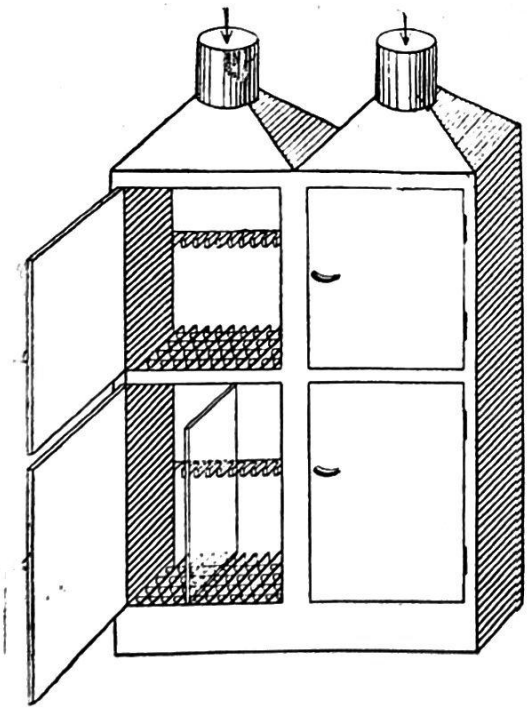

Рис. 9. Схема сушильного шкафа

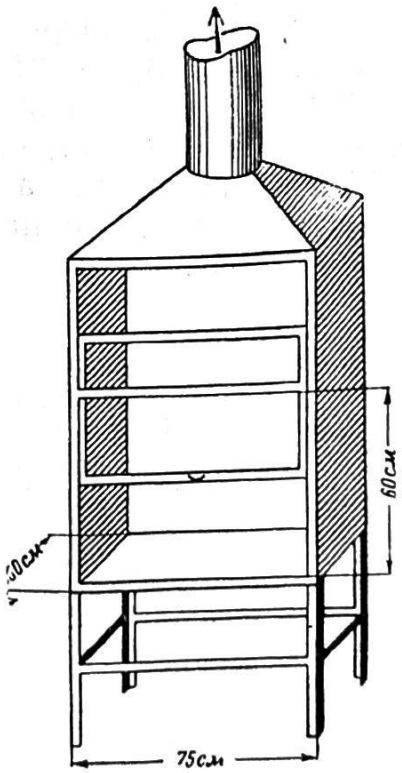

Рис. 10. Схема вытяжного шкафа

Для обеспечения хорошей герметизации края дверок должны быть обиты эластичной резиновой прокладкой.

В каждой секции шкафа установлены две съемные рамы с эбонитовыми роликами и боковые планки для размещения в них фотопластин. В верхней части секций установлены фильтры (шелковое сито № 43, применяемое на мельничных предприятиях, или капроновое). Воздух поступает в шкаф через верхний воздуховод и фильтры, проходит между фотопластинами и уходит через нижний воздуховод. Подготовка воздуха (очистка, подогрев или охлаждение) производятся в отдельной комнате или кабине (см. рис. 4, комната № 6), где расположены: холодильная установка, камера с испарителями, фильтры и электроподогрев.

Вытяжной шкаф (рис. 10) в основном предназначен для аммирования серебра и эмульсификации. Он может быть изготовлен на месте.

Остальное оборудование можно приобрести в готовом виде или изготовить непосредственно на производстве.

3. МАТЕРИАЛЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Основными составными частями фотографической эмульсии являются: желатина, азотнокислое серебро, галоидные соли щелочных металлов (бромистый калий, бромистый натрий, бромистый аммоний, иодистый калий, хлористый калий и др.), аммиак и вода. Кроме того, в зависимости от назначения эмульсии в нее в процессе изготовления или перед поливом добавляют ряд веществ, влияющих на свойства фотографической эмульсии. Поэтому для синтеза фотографических эмульсий должны применяться исходные реактивы только с квалификацией «химически чистые» (х. ч.) или, в крайнем случае, «чистые для анализа» (ч. д. а.).

Все исходные материалы должны отвечать соответствующим ГОСТам или ТУ.

1. Желатина фотографическая .	ГОСТ-317—63
2. Серебро азотнокислое — реактивное ч. д. а. или х. ч. . . .	ГОСТ-1277—63
3. Калий бромистый — реактивный ч. д. а.	ГОСТ-4160—65
4. Калий иодистый — реактивный ч. д. а.	ГОСТ-4232—65
5. Аммиак водный 25%-ный реактивный х. ч.	ГОСТ-3760—64
6. Спирт этиловый ректификат в/очистки	СТУ-57227—64
7. Глицерин реактивный х. ч. . .	ГОСТ-6259—52
8. Квасцы хромовые реактивные ч. д. а.	ГОСТ-4162—48
9 Фенол реактивный ч. д. а. . .	ГОСТ-6417—52
10. Реактив Несслера ч. д. а. . .	ГОСТ-4517—65
11. Сода кальцинированная . . .	ГОСТ-5100—64
12. Калий двухромовокислый . .	ГОСТ-4220—65

13.	Кислота серная конц. уд. в. 1,84, ч.	ГОСТ-4204—66
14.	Кислота уксусная ч. д. а.	ГОСТ-61—51
15.	Кислота лимонная ч. д. а.	ГОСТ-3652—51
16.	Кислота азотная ч. д. а.	ГОСТ-4461—67
17.	Кислота соляная ч. д. а.	ГОСТ-3118—67
18.	Лимоннокислый калий х. ч.	ГОСТ-5538—51
19.	Хлористый натрий х. ч.	ГОСТ-4233—66
20.	Хлористый аммоний х. ч.	ГОСТ-3773—60
21.	Хлористый родий х. ч.	МРТУ-6-09 1833-64
22.	Уксуснокислый хром	ГОСТ 5831—67
23	Краситель 1610	ТУ 381—59
24.	Краситель 340	
25.	Ста-соль	
26.	Стабилизатор Ф-2	ВТУ ГАПУ 530—54
27.	Смачиватель СВ-103	ВТУ МХП 4466—55
28.	Смачиватель 8340	
29.	Бензотриазол	ТУ ГАПУ-4307—54
30.	Медь хлорная х. ч.	ГОСТ-4167—61
31.	Фенилгидразин	ГОСТ-5834—52
32.	Стекло зеркальное (полированное) 4—9 *мм*	ГОСТ-7132—61
33.	Фотостекло	ГОСТ-683—52
34.	Цистин	ТУ 368—61
35.	Формалин 40%-ный	ГОСТ-1625—61
36.	Фенидон	ТУ ТСР № 424 р-61

и другие материалы.

Желатина, как химико-фотографически активная среда, необходима для получения определенных свойств фотоэмульсии *. Физические свойства желатины также важны, так как они предохраняют частицы галоидного серебра от коагуляции и осаждения, препятствуют самопроизвольному проявлению галоидного серебра и пр. **.

Согласно ГОСТ 317—63 фотографическая желатина изготовляется трех марок: А — фотоэмульсионная высокоактивная, Б — фотоэмульсионная малоактивная (эмульсии этих марок предназначаются для изготовления различных фотографических эмульсий); В — баритажная — предназначается для изготовления баритового слоя при производстве фотобумаг.

В свою очередь марки А и Б в зависимости от вязкости подразделяют на высоковязкую и низковязкую, а в зависимости от продолжительности созревания фотоэмульсии — на быструю, среднюю, медленную и инертную (очень медленную).

Физико-химические и фотографические показатели желатины определяются вышеуказанным ГОСТ, причем при испытании по

---

* Химические свойства желатины обеспечивают: а) взаимодействие с ионами серебра и образование термически неустойчивых серебряно-желатиновых комплексов, что и определяет степень фотографической активности желатины; б) способность к дублению; в) способность прокрашиваться.

** Физические свойства обусловливают механическую прочность, т. е. способность противодействовать различному роду деформаций выдерживать тепловые и световые воздействия. Они обеспечивают стабильность физико-механических свойств во времени и необходимые эксплуатационные качества эмульсионного слоя.

фотографическим показателям максимальная светочувствительность должна быть следующая:

для марки А — быстрой, средней, медленной и инертной не менее 250 ед. ГОСТ, при продолжительности созревания соответственно 0,8 *ч*, 2 *ч*, 5 *ч*, не менее 8 *ч*, при плотности вуали соответственно 0,2; 0,2; 0,2; 0,3;

для марки Б светочувствительность должна быть менее 100 ед. ГОСТ для всех групп при той же продолжительности созревания и плотности вуали, что и для группы марки А.

Для изготовления фотоэмульсий в лабораторных условиях целесообразно применять в основном две марки фотографической желатины: марку Б средней группы и марку А быстрой группы, обе низковязкие. Первую используют при эмульсификации, вторую применяют в качестве добавки при втором созревании.

Производственные испытания фотографической желатины производят на эмульсии, приготовленной по методу, рекомендованному в стандарте, или по рецептуре и режиму, принятому на данном производстве, с той лишь разницей, что процесс второго созревания эмульсии несколько удлиняется в зависимости от группы желатины и ее паспортных данных.

В процессе второго созревания отбирают пробы эмульсии и поливают несколько стеклянных пластинок форматом 9×12 *см* из расчета по 5 *мл* эмульсии на стекло. Первую пробу берут в момент расплавления эмульсионных червяков после промывки, следующие четыре пробы берут через каждые 30 *мин*, далее через часовые промежутки. Политые пробные пластинки высушивают всегда в одних и тех же условиях. Все пластинки подвергают сенситометрическому контролю, по результатам которого и судят о качестве желатины.

При испытании главное внимание надо обращать на показатель вуали и на величину коэффициента контрастности.

Оптимальным считается такое время второго созревания, когда вуаль еще незначительна, а γ имеет желаемую величину или близкую к ней. Если вуаль растет быстро и достигает предела раньше, чем будет получена желаемая контрастность, то от такой желатины следует отказаться. Если отступление от желаемых показателей не очень значительно, то нужно внести соответствующие изменения в режим технологического процесса (изменить температуру, время созревания) с тем, чтобы в результате получить эмульсию, отвечающую необходимым требованиям для репродукционных работ.

Предложить совершенно стандартный технологический режим изготовления эмульсии нельзя, так как климатические условия и свойства желатины непостоянны. Поэтому режим приходится менять для каждой партии (главным образом время второго созревания и температурный режим). Учитывая это обстоятельство целесообразно иметь запас желатины на несколько месяцев работы и обязательно с заводским паспортом на данную партию, при наличии которого лабораторные испытания желатины значительно упрощаются.

Азотнокислое серебро необходимо хранить в стеклянных банках, закрытых стеклянными пробками, так как оно легко реагирует с органическими веществами, выделяя при этом металлическое серебро в виде черных точек. Можно использовать также соответствующую полиэтиленовую тару. Нельзя банки покрывать бумагой или хранить серебро в бумажной таре, потому что это приводит к быстрому загрязнению серебра, что в конечном счете будет сказываться на фотографическом качестве эмульсии.

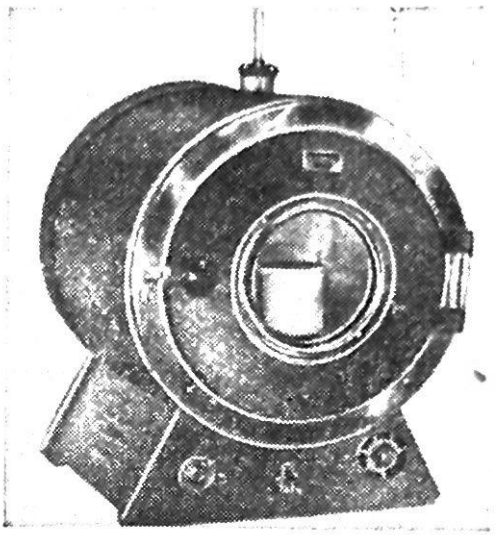

Рис. 11. Малый термостат

Галоидные соли — бромистый калий, иодистый калий, бромистый аммоний (особенно гигроскопичный) и другие необходимо хранить в плотно закрытых стеклянных банках, не допуская их химических изменений. В противном случае будут нарушены весовые соотношения, что неизбежно приведет к непостоянству фотографических свойств эмульсии. Для удаления влаги можно использовать малый термостат (рис. 11).

Водный раствор аммиака применяется 25%-ной крепости, концентрацию его определяют ареометром по относительной плотности. Следует учитывать, что изменение концентрации аммиака дает различные конечные результаты. Хранить раствор необходимо в плотно закрытой стеклянной таре отдельно от других реактивов и материалов (лучше в вытяжном шкафу).

Оптические сенсибилизаторы, стабилизаторы, пластификаторы, смачиватели, дубители, антисептики и др. должны храниться также надлежащим образом, а запасные их растворы хранят в соответствующей плотно закрывающейся стеклянной таре в шкафу для химикалий и обязательно с надписью о названии содержимого, о концентрации и дате изготовления.

При растворении исходных материалов, а также приготовлении запасных растворов применяют в большинстве случаев воду. Вода при всех химических соединениях играет важную роль и от ее химической чистоты зависит ход реакции. Поэтому при синтезе эмульсии следует применять дистиллированную воду.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СИНТЕЗА ФОТОЭМУЛЬСИИ

Синтез фотографической эмульсии состоит из следующих последовательных операций (рис. 12): составление рабочих растворов, эмульсификация, 1-е или физическое созревание, студенение, измельчение застуденненной эмульсии на «червяки», промывка, 2-е или

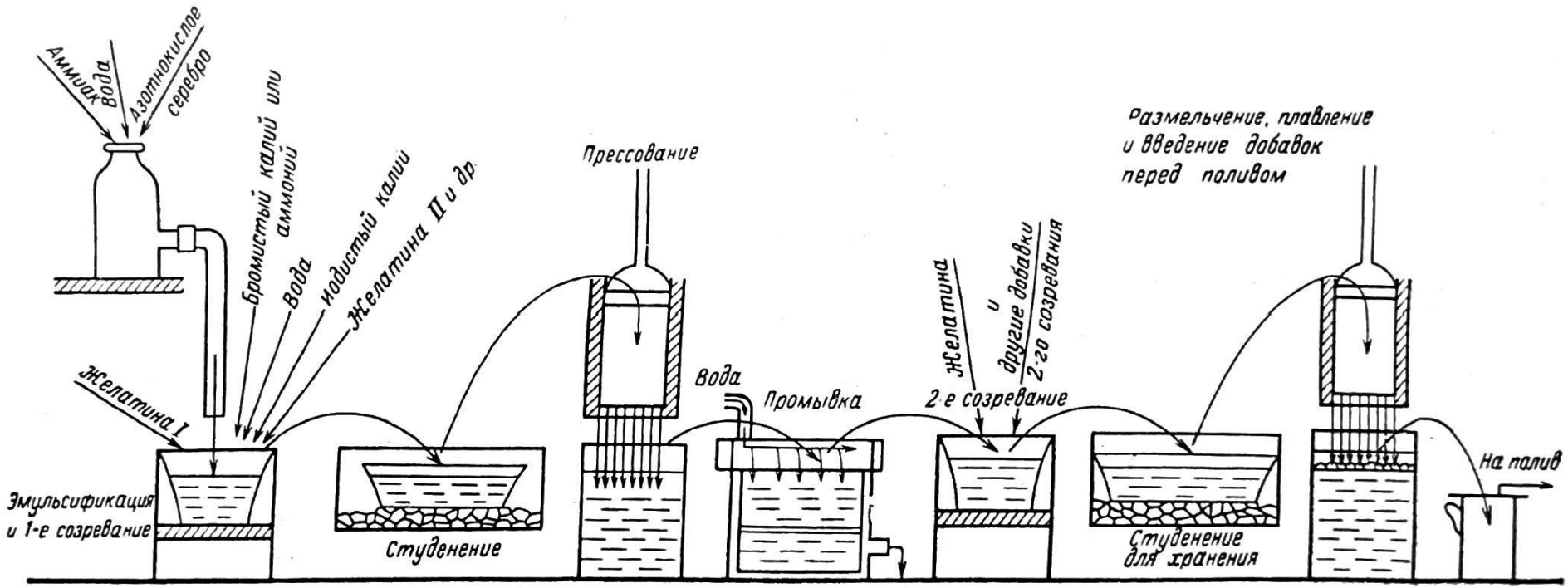

Рис. 12. Технологическая схема синтеза фотографической эмульсии

химическое созревание, студенение готовой эмульсии и ее хранение, плавление и подготовка эмульсии к поливу.

Составление рабочих растворов. Выше указывалось, что для синтеза фотоэмульсии должны применяться исходные химические вещества только с маркой х. ч. или ч. д. а., так как от их качества зависят свойства готовой эмульсии.

Химические вещества взвешивают в комнате II (см. рис. 4) на технических весах 1-го класса. Под взвешивание каждого вещества должна быть выделена постоянная для данного вещества тара (стекло, пластик и пр.), снабженная соответствующей надписью. Выбор тары должен обеспечить чистоту навески взятого вещества. Тара после взвешивания должна быть тщательно вымыта в горячей воде, ополоснута дистиллированной водой и высушена. Храниться тара должна всегда в сухом и чистом виде. Не следует применять для навесок бумажную тару, так как она может служить причиной загрязнения химикалия.

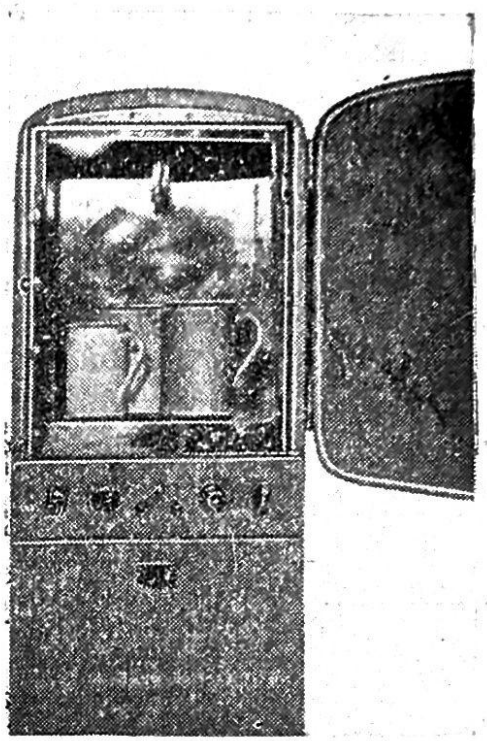

Рис. 13. Большой термостат (медицинский)

При приготовлении растворов используют: химические колбы, мензурки, бюретки, воронки, стаканы стеклянные и фарфоровые, банки стеклянные, кружки фарфоровые и бачки с крышками. Бачки разных размеров изготовляют из нержавеющей стали марки 1Х18НЯТ. Мешалками для растворов и эмульсий могут служить палочки, стеклянные или изготовленные из нержавеющей стали указанной выше марки, а также из пластмасс, например, из оргстекла.

Все растворы приготовляют (до эмульсификации) в комнате II (см. рис. 4) при обычном свете.

Навеску желатины, отвешенную согласно применяемому рецепту, ссыпают в бачок из нержавеющей стали емкостью около 5 *л* и заливают ее дистиллированной водой для набухания. Чтобы воспрепятствовать образованию труднорастворимых комков желатины, раствор необходимо тщательно перемешивать. В зависимости от сорта желатины и свойств набухание ее длится от 20 *мин* до 1 *ч* при температуре воды +17 — +22°С. После набухания желатины бачок с раствором помещают в водяную баню или большой термостат (рис. 13) с температурой до +50°С для полного растворения желатины, при этом раствор необходимо регулярно помешивать. Когда желатина полностью растворится, раствор следует профильтровать через марлю, сложенную в три-четыре слоя, и температуру его довести до +45°С.

Одновременно в отдельном стеклянном или фарфоровом сосуде, в дистиллированной воде растворяют галоидные соли (бромистый калий, иодистый калий, хлористый натрий) при температуре +40—+45°С. После полного растворения галоидных солей этот раствор при помешивании вливают в раствор расплавленной желатины. Галоидные соли можно вводить и непосредственно в желатиновый раствор без предварительного растворения.

Параллельно приготовляют раствор аммированного азотнокислого серебра, для чего азотнокислое серебро в количестве, указанном в рецепте, растворяют в дистиллированной воде комнатной температуры (18—20°С). Аммирование азотнокислого серебра проводится путем введения в него 25%-ного раствора аммиака. Аммиак вливают тонкой струйкой при энергичном перемешивании раствора. Аммиак, влитый в раствор азотнокислого серебра, образует коричневый осадок окисла серебра (Ag_2O), который растворяется при дальнейшем добавлении аммиака. Переход от коричневого к прозрачному раствору при добавлении минимального количества аммиака свидетельствует, что аммирование закончено. Следует учитывать, что избыток аммиака приводит к вуали. Для контрастных штриховых эмульсий полное аммирование необязательно. Наоборот, половинное аммирование в ряде случаев дает лучшие результаты. Чувствительность при неполном аммировании заметно понижается, но при этом повышается контрастность и разрешающая способность эмульсии. Практически половинное аммирование можно производить так: навеску азотнокислого серебра делят на две равные части. Одну часть растворяют в полном объеме воды. Проводят полное аммирование и затем прибавляют к раствору вторую половину навески азотнокислого серебра. Содержание азотнокислого серебра в 1 *л* готовой эмульсии может быть от 20 *г* и выше, но при составлении исходного запасного раствора азотнокислого серебра следует брать его 20 *г* на 100 *мл* воды, так как концентрация исходного раствора при смешивании его с желатиновым раствором галоидных солей оказывает большое влияние на показатель контрастности эмульсии. При использовании менее концентрированного исходного раствора азотнокислого серебра кристаллы галоидного серебра получаются более крупными и различными по величине.

Растворять азотнокислое серебро следует в стеклянной посуде, которая позволяет следить за процессом аммирования и легко контролировать чистоту посуды. Азотнокислое серебро следует размешивать стеклянной палочкой. При аммировании происходит разогревание раствора. Это необходимо учитывать при эмульсификации. Приготовленный раствор аммированного серебра должен иметь температуру перед эмульсификацией 20—22°С.

Все последующие операции проводят в темной комнате I (см. рис. 4) при красном свете в вытяжном шкафу.

Эмульсификация. Процесс смешивания водного раствора желатины, содержащего галоидные соли, с раствором азотнокислого серебра называется эмульсификацией. В результате эмульсификации образуется галоидное серебро (AgBr, AgJ). Свойства фотографической эмульсии в значительной степени зависят от того, как производилась эмульсификация. Продолжительность эмульсификации, температура растворов, соотношение ионов серебра и ионов галогенов, последовательность сливания растворов, скорость перемешивания — все эти факторы существенно влияют на фотографические свойства эмульсии. При медленном и дробном смешивании растворов получается более чувствительная эмульсия с меньшей контрастностью и разрешающей способностью. При быстрой (мгновенной) эмульсификации всегда получаются более контрастные и менее чувствительные эмульсии.

Кроме скорости эмульсификации на дисперсность эмульсии влияет растворимость галоидного серебра, а также температура растворов. Раствор азотнокислого серебра должен иметь температуру 18—20°С. Желатиновый раствор при аммиачном способе может иметь температуру 45—50°С, т. е. при образовании эмульсии средняя температура будет равна температуре плавления желатины. Увеличение температуры свыше 50° в щелочной среде приводит к образованию более грубозернистой фазы эмульсии и росту вуали.

Эмульсификация обычно протекает при избытке щелочных галогенидов, при этом образующиеся кристаллы галогенидов серебра имеют отрицательный заряд. В случае, когда кристаллы имеют положительный заряд (избыток ионов серебра), они оказываются весьма неустойчивыми.

Быстрое и постоянное перемешивание раствора в период эмульсификации необходимо для предотвращения образования местного избытка аммированного серебра, возникновение которого может способствовать образованию вуали.

Для постоянства режима эмульсификации для той или иной эмульсии необходимо применять одну и ту же скорость смешивания растворов при одной и той же их температуре. Для достижения этого предложен удобный эмульсионноварочный аппарат (рис. 14).

После окончания эмульсификации температуру полученной эмульсии необходимо быстро довести до 40—45°С, т. е. температуры первого созревания (если оно применяется). Для этого бачок с эмульсией погружают в посуду с горячей водой, а затем помещают в термостат или водяную баню с заданной температурой.

Первое (физическое) созревание. В зависимости от выбранной рецептуры и технологического режима после эмульсификации производят первое (физическое) созревание. Этот процесс имеет немаловажное значение, так как условия проведения первого созревания в основном определяют свойство эмульсии. Первое созревание заключается в выдерживании эмульсии в термостате (см. рис. 13) или в водяной бане при определенной температуре в течение определенного времени при непрерывном помешивании.

Режим первого созревания при аммиачном способе должен быть следующим: 1) температура нагрева эмульсии от 35 до 50°С; 2) продолжительность созревания до 30 *мин*. При увеличении времени физического созревания, как правило, уменьшается коэффициент контрастности, поэтому в некоторых случаях первое созревание не производится, при этом можно получать очень контрастные эмульсии; 3) скорость перемешивания эмульсии должна быть приблизительно 60—70 *об/мин*.

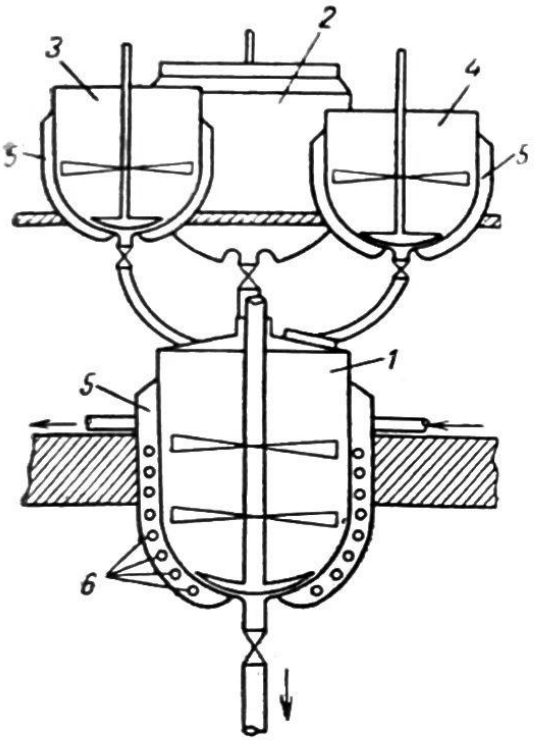

Рис. 14. Схема эмульсионноварочного аппарата

1 — эмульсионноварочный котел; *2*, *3*, *4* — дозировочники для эмульсификации; *5* — водяные рубашки для предварительного обогрева; *6* — электроподогрев для точного поддержания температурного режима в процессе синтеза

Во время первого созревания происходит перераспределение зерен серебра, увеличение средних микрокристаллов, мелкие кристаллы либо исчезают, либо уменьшаются, а крупные — увеличиваются.

Желатина в этом процессе играет роль защитного коллоида, препятствуя слипанию отдельных микрокристаллов галоидного серебра и выпаданию их на дно сосуда в виде осадка. При первом созревании необходимо все время следить за поддержанием установленного режима, непрерывно помешивая эмульсию. В противном случае свойства эмульсии будут непостоянными. Процесс созревания начинается с момента достижения раствором заданной температуры и продолжается до момента охлаждения.

Повышенная температура, присутствие аммиака и избыток бромистого калия ускоряют процесс первого созревания эмульсии.

Студенение. После истечения времени первого созревания эмульсии ее следует немедленно и быстро охладить до полного застывания, т. е. образования студня с температурой +3, +7°С. Для этого бачок с эмульсией помещают в бачок большего размера с ледяной водой и энергично размешивают эмульсию с тем, чтобы вся масса застуденилась за 5—7 *мин*. При наличии холодильника можно приготовить лед из дистиллированной воды и ускорить процесс охлаждения эмульсии путем добавления кусочков льда непосредственно в эмульсию, не прекращая энергичного размешивания (при этом следует учитывать последующий объем эмульсии). Можно также добавить куски льда в воду для студенения, что также способствует быстрому студенению эмульсии.

В летнее время, при жаркой погоде, можно быстро застудениrь

эмульсию, вливая ее в кюветы из нержавеющей стали (указанной выше марки). Кюветы ставят в мойке на лед.

При медленном и неполном студенении процесс созревания эмульсии продолжается, что приводит к дополнительным физико-химическим и фотографическим изменениям и в первую очередь, к росту наиболее чувствительных зерен. Последнее обстоятельство обусловливает увеличение области недодержек характеристической

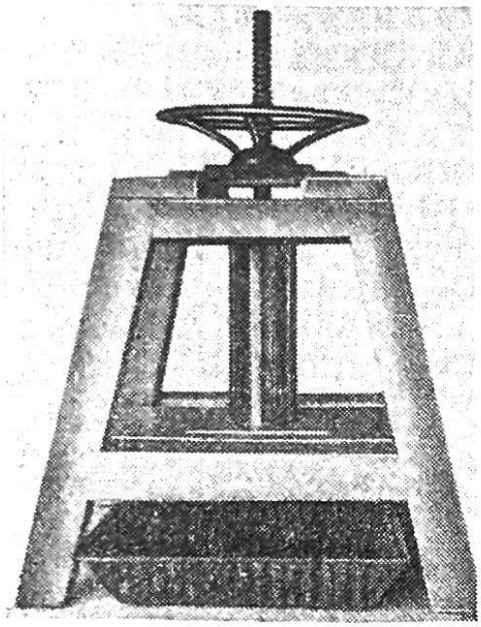

Рис. 15. Пресс для измельчения эмульсии

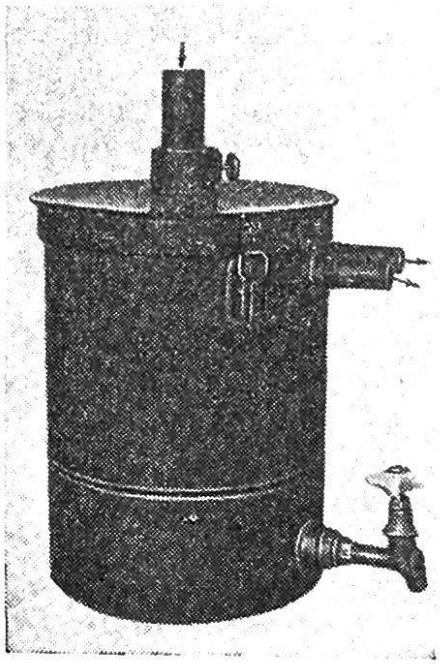

Рис. 16. Бак для промывания эмульсии

кривой, и, следовательно, свойства фотографической эмульсии будут нестабильными. В застуденненной эмульсии процесс созревания очень сильно замедляется, но полностью не прекращается.

После студенения эмульсия должна быть выдержана в холодильнике при низкой температуре (3—5°С) не менее 2 *ч* для полного затвердения студня — геля, что необходимо для его стабилизации и последующего измельчения и промывки.

Измельчение застудененной эмульсии. После первого созревания и студенения эмульсия содержит, помимо желатины и галоидного серебра, ненужные вещества — продукты реакции двойного обмена, а именно: азотнокислый калий и галоидные соли, взятые в избытке. Кроме того, при аммиачном методе в эмульсии возможны остатки аммиака, который может вызывать вуаль. Для удаления этих веществ эмульсию промывают водой. Перед промывкой ее дробят на мелкие частицы — «червяки» диаметром 4—6 *мм*. Измельчение увеличивает поверхность соприкосновения эмульсионных «червяков» с водой, и эмульсия промывается надежно и быстро.

Для измельчения эмульсии используют прессы различной конструкции, но непременным условием для всех конструкций являет-

ся то, что цилиндр, поршень и решетка с отверстиями (Д=4—6 *мм*) должны быть изготовлены из нержавеющей стали (вышеуказанной марки), органического стекла или других материалов, не вступающих в реакцию с содержимым эмульсии (рис. 15).

Чтобы предупредить слипание «частиц» эмульсионного студня, под прессом устанавливают бачок или ванну, наполовину наполненную холодной водой, куда попадает измельченный студень.

Перед измельчением бачок с застуденeнной эмульсией на очень короткое время (примерно на 1 *мин*) переносят из холодильника в теплую воду (+35°С), затем бачок перевертывают вверх дном и эмульсия свободно выскальзывает в подставленную кювету из нержавеющей стали или оргстекла.

Эмульсионный студень разрезают ножом из оргстекла или нержавеющей стали на крупные куски (100—150 *см*^{3}), которые затем измельчают ножом или при помощи пресса. При выполнении этой операции необходимо соблюдать следующие технологические требования: размельченные частицы должны быть однородными; размельченные частицы — «червяки» не должны слипаться; цилиндр, поршень, решетки и т. д. перед загрузкой студнем должны быть абсолютно чистыми.

Промывание эмульсионного студня. Измельченный на «червяки» эмульсионный студень промывают. Основное назначение промывки, как было упомянуто выше, — удаление из эмульсии растворимых солей и аммиака. Процесс удаления солей и аммиака представляет собой один из ответственнейших моментов синтеза эмульсии, от правильного ведения которого зависит качество светочувствительного слоя.

Перед промывкой измельченную на «червяки» эмульсию выкладывают на марлю или, что лучше, на капроновую сетку или шелковое сито № 43 и загружают в промывной бак (рис. 16). Сито (марлю) закрепляют за края бака. Вода из водопроводного крана поступает через вододробитель в виде отдельных многочисленных струй на эмульсионные «червяки», промывая их со всех сторон. Регулируя скорость водяной струи, устанавливают количественное соответствие между поступающей в бак водой и выходящей из бака. Вода должна быть холодной, чистой и свободной от органических и неорганических примесей, наличие которых может привести к различным реакциям. Поэтому поступающая для промывки водопроводная вода должна проходить предварительно через фильтр. В процессе промывки эмульсионные «червяки» необходимо через каждые 15—20 *мин* перемешивать.

Продолжительность промывки зависит от сорта эмульсии, толщины «червяков», объема, скорости водяной струи, температуры воды, ее жесткости, степени перемешивания и т. д. Лучшие условия промывки достигаются при температуре воды от +8 до +12°С и продолжительности промывки в течение 2—3 *ч*.

При длительном промывании могут произойти вымывание некоторых фотографически активных веществ, находящихся в самом

желатиновом студне, а также набухание эмульсии. Непромытая эмульсия непригодна к употреблению, так как невымытые соли после полива и сушки эмульсии кристаллизуются на фотослое. Недостаточно промытая эмульсия так же, как и чрезмерно промытая эмульсия, становится нестабильной, склонной к образованию вуали и быстрым изменениям ряда фотографических свойств: чувствительности, контрастности и пр. Поэтому эмульсия всегда должна быть промыта до необходимой степени pH. Только тогда можно получить стабильные результаты. Степень промывки необходимо контролировать. Существуют несколько способов контроля. При аммиачных эмульсиях контроль промывания можно провести при помощи потенциометра ЛП-59 (рис. 17) или переносного pH-метра ППМ-03М, или реактива Несслера. Однако реактив Несслера дает лишь приблизительные результаты, так как он определяет только присутствие аммиака. При современных способах синтеза эмульсии такой контроль явно недостаточен. Промывку можно считать законченной, если pH контрольной воды, в которой находились «червяки», равно 6,7—6,8.

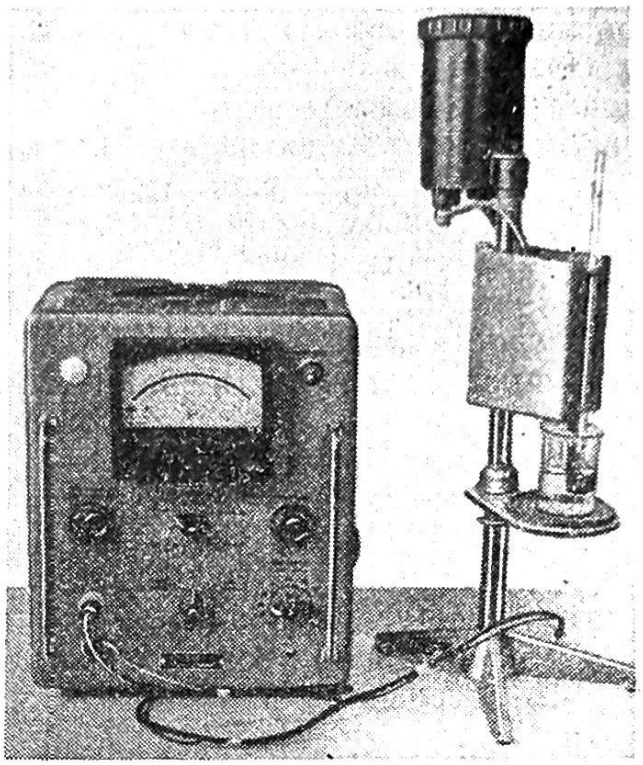

Рис. 17. Потенциометр ЛП-59

При промышленном производстве светочувствительных материалов контроль промывки эмульсии осуществляется путем измерения электропроводности сточной воды или измерением электропроводности самой эмульсии в ходе ее промывки. Этот способ пригоден для эмульсий, изготовленных как аммиачным, так и безаммиачным способами. Он позволяет установить влияние степени промывки на фотографические свойства различных сортов фотоэмульсий. Кроме этого метода применяется метод контроля путем измерения концентрации ионов Br и Ag в самой эмульсии.

После окончания промывки эмульсионные «червяки» вынимают вместе с сеткой из бачка и подвешивают для того, чтобы стекла промывная вода. Время стекания определяется опытным путем и равняется примерно 30 *мин.*

Затем эмульсия подвергается плавлению и второму созреванию.

Второе (химическое) созревание. Условия второго созревания похожи на условия, необходимые для первого созревания. Однако

физико-химические процессы, протекающие при этом, различны. При втором созревании рост микрокристаллов затруднен, так как при промывке удалены примеси, способствующие росту микрокристаллов. Во время первого созревания происходило неуклонное уменьшение коэффициента контрастности (γ), а при втором созревании γ возрастает и переходит через максимум, в то же время повышается светочувствительность эмульсии (S).

При втором созревании большое значение имеют химические свойства желатины, которые способны частично восстанавливать серебро галогенидосеребряных микрокристаллов и, кроме того, образовывать зародыши Ag_2S. Вкрапления Ag и Ag_2S находятся главным образом на поверхности микрокристаллов фотоэмульсии, образуя центры чувствительности. В этих центрах скапливается металлическое и сернистое серебро, а также нарушается однородность кристаллической решетки. Образование центров чувствительности протекает и при первом созревании, но центры закрываются вновь откладывающимся галогенидом серебра вследствие рекристаллизации твердой фазы.

Для повышения общей светочувствительности как перед, так и в процессе второго созревания вводят сенсибилизаторы, например красители 1610, 340. Другие красители — оптические сенсибилизаторы, обусловливающие спектральную чувствительность фотоэмульсии, можно вводить при тщательном размешивании в конце второго созревания и непосредственно перед поливом фотоэмульсии на подложку. При этой операции необходимо следить, чтобы светофильтры неактиничного освещения соответствовали степени сенсибилизации фотоэмульсии.

Второе созревание проводится в бачке из нержавеющей стали марки 1Х18Н9Т. Бачок с промытой и освобожденной от излишков промывной воды эмульсией помещают в водяную баню или термостат для плавления при температуре +45, +50°С. Чтобы не допустить перегрева отдельных слоев эмульсии, ее необходимо во время плавления тщательно перемешивать до полного перехода в расплавленное состояние всей массы. Когда эмульсия полностью расплавится, температуру водяной бани или термостата устанавливают в соответствии с режимом, указанным в рецепте. Перед началом второго созревания добавляют соответствующее рецепту количество раствора желатины, предварительно профильтрованного и подогретого до заданной температуры.

Эмульсию для второго созревания изготавливают в строго постоянном объеме, согласно рецепту. Второе созревание так же, как и первое, начинается с момента нагрева эмульсии до заданной температуры (+43, +50°С).

Продолжительность созревания устанавливается для каждой партии желатины отдельно и определяется путем полива в процессе созревания пробных пластинок размером 9×12 *см* для сенситометрического контроля. Количество проб устанавливают практически. Регулирование скорости второго созревания достигается измене-

нием температуры. С повышением температуры и щелочности среды созревание ускоряется, но растет вуаль.

По окончании созревания в расплавленную эмульсию для ее консервирования вводят антисептик из расчета на 1 *л* эмульсии от 3 до 5 *мл* 50%-ного раствора фенола (или другого антисептика). После введения антисептика эмульсию хорошо перемешивают и студенят до температуры +5, +7°С, как указано выше, а затем помещают в холодильник для хранения. В холодильнике при температуре +3°С эмульсия может храниться в виде студня от одного до двух месяцев.

Подготовка эмульсии к поливу. Процесс подготовки эмульсии к поливу также является ответственным, так как в этот период в эмульсию вводят различные добавки, вследствие чего эмульсия приобретает определенные фотографические и физико-химические свойства (степень сенсибилизации, пластификации, дубления, необходимую вязкость и пр.).

Из холодильника бачок с застуденненной эмульсией переносят в водяную баню или термостат, где при температуре +40, +45°С эмульсия должна полностью расплавиться. Время плавления ее должно быть минимальным, так как в противном случае процесс созревания будет продолжаться. В процессе плавления эмульсию необходимо размешивать для обеспечения равномерного нагрева эмульсии и для сохранения ее свойств. После окончания плавления в эмульсию вводят следующие добавки:

1) запасной раствор фенола — как антисептик для предохранения эмульсии от разложения коллоидной среды;

2) запасной раствор хромовых квасцов, ацетата хрома или других дубителей — для достижения определенных физико-химических свойств эмульсионного слоя;

3) глицерин или этиленгликоль — пластификаторы для улучшения условий сушки, сохранения эластичности эмульсионного слоя. Они способствуют также равномерному растеканию эмульсии при поливе на основу;

4) запасные растворы бромистого калия, бензотриазола и другие — как антивуалирующие вещества;

5) запасные растворы оптических сенсибилизаторов и суперсенсибилизаторов — для придания эмульсии цвето- и светочувствительности;

6) запасные растворы стабилизаторов ста-соль, с-соль и др. — для торможения роста вуали в процессе хранения готовых светочувствительных слоев;

7) смачиватели СВ-103, СВ-133, 8340, контакт Петрова и др. — для обеспечения хорошего смачивания при нанесении эмульсии на подложку (понижения поверхностного натяжения) и предотвращения появления комет;

8) спирт этиловый — ректификат для уменьшения пенистости и предупреждения образования воздушных пузырей, а также для

лучшего растекания эмульсии при поливе и равномерной сушки фотослоя.

Из перечисленных растворов-добавок необходимо постоянно иметь растворы фенола, глицерина, смачивателей, спирта и дубителей. Остальные добавки должны вводиться по мере необходимости. Количество их может изменяться в зависимости от ряда факторов. Следует учитывать, что избыток пластификатора, особенно при повышенной влажности воздуха, размягчает желатиновый слой и делает его менее устойчивым к повреждениям. Дубление повышает механическую прочность желатиновых слоев, упругость, температуру плавления, набухаемость и пр., но при излишке дубящих веществ возрастает хрупкость эмульсионного слоя, которая выявляется при обработке негативов и при ретушерных работах (прорезании линий на фотоизображении).

Запасной раствор сенсибилизатора вводится в эмульсию в зависимости от назначения светочувствительного слоя (примерно 0,03% от количества азотнокислого серебра). Его нужно вводить в эмульсию медленно при тщательном перемешивании. Для сенсибилизации эмульсии красителем 340 (0,1%) (зона сенсибилизации 545—565 *нм*) его следует добавлять 12 *мл* на 1 *кг* эмульсии. Краситель 1480 (0,1%) добавляется от 10 до 15 *мл* на 1 *кг* эмульсии. Он позволяет сенсибилизировать эмульсию к желто-зеленой части спектра. Зона его сенсибилизации до 550 *нм* с максимумом при 500 *нм*.

После введения добавок эмульсию фильтруют. При фильтровании пользуются колбой Бунзена, в которую через резиновую пробку вставлена воронка Бюхнера или другие приборы для фильтрации. В воронку Бюхнера вкладывают фильтрующий материал: керзу, лавсан и др. Колба Бунзена соединяется через резиновый шланг с вакуум-насосом для создания в ней разреженного воздуха, благодаря чему фильтрование проходит быстро и качественно. Чтобы предотвратить образование воздушных пузырей, на носик воронки надевают резиновую трубку, достигающую дна колбы. После фильтрования эмульсию выстаивают в течение 30—40 *мин* в водяной бане или термостате при температуре +38, +40°С для удаления пузырьков воздуха. Для поддержания в эмульсии необходимой температуры можно пользоваться бытовыми термосами емкостью 2—3 *л* (желательно с диаметром отверстия более 5 *см*). После выстаивания эмульсия считается готовой к поливу и должна быть использована в тот же день полностью.

Всю посуду и приспособления, соприкасающиеся с эмульсией во время ее приготовления, необходимо после использования тщательно вымыть горячей водой, ополоснуть дистиллированной водой, выпарить или высушить для того, чтобы на ней не оставалось ни малейших следов эмульсии. Остатки эмульсии при повторном использовании посуды могут привести к появлению вуали или к другим видам брака эмульсии. Поэтому периодически бачки необходимо ополаскивать азотной кислотой.

Как правило, первые воды от промывки посуды из-под серебросодержащих эмульсионных остатков и растворов подлежат отдельному сливу в специальную тару для сбора серебросодержащих отходов. На каждые 10 *л* серебросодержащего раствора добавляют 50 *г* едкой щелочи, а затем кипятят в течение 2—3 *ч* до полного разложения желатины. После этого добавляют 100 *г* сернокислого железа. Размешивают и дают отстояться, осадок затем просушивают и сдают на переработку на завод вторичных драгоценных металлов. Таким же способом перерабатывается желатиновый слой, снятый с обработанных пластин перед их травлением.

5. РЕЦЕПТУРА РАСТВОРОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ФОТОЭМУЛЬСИЙ

При разработке рецептур и методики изготовления фотографических эмульсий необходимо учитывать производственное назначение фотографических материалов.

Для фотограмметрических, а также и картографических целей требуются фотопластины с различными характеристиками по чувствительности, цветочувствительности, контрастности, разрешающей способности, фотографической широте и другим показателям.

Для репродуцирования штриховых оригиналов необходимы очень контрастные эмульсии. Так, например, идеальный слой для съемки штрихового оригинала — это фотослой с максимальной плотностью более 3 и минимальной плотностью, равной нулю.

Следует отметить, чем больше контрастность эмульсии — тем меньше фотографическая широта.

Высокая светочувствительность фотослоя при репродукционных и других камеральных фотопроцессах не является решающим фактором. Нет необходимости в повышении светочувствительности свыше 5 ед. ГОСТа, так как с повышением ее изменяются в худшую сторону другие показатели фотопластин.

При обработке высокочувствительных фотоматериалов требуются более плотные неактиничные светофильтры для освещения фотолабораторий, что затрудняет условия работы исполнителей (повышается утомляемость). Поэтому для работы со штриховыми оригиналами целесообразно иметь фотоматериалы светочувствительностью 0,1—1 ед. ГОСТа, коэффициентом контрастности не ниже 5,0, плотностью вуали не более 0,02 при времени проявления 6 *мин* и температуре +20°С. При фотографировании полутоновых оригиналов следует пользоваться фотоматериалами, светочувствительность которых может быть от 0,7 до 2 ед. ГОСТа, коэффициент контрастности до 2, плотность вуали — не более 0,05 при времени проявления 3—4 *мин* при температуре +20°С.

Ниже приводится рецептура фотоэмульсий, проверенная неоднократно в производственных условиях предприятия № 7 и в других организациях. Расчеты приведены на 1 *л* эмульсии.

Контрастная эмульсия
(для штриховых и полутоновых оригиналов)

I раствор. Желатина фотографическая, малоактивная, медленная (Казанского завода) .	40 *г*
Вода дистиллированная	100 *мл*
Температура раствора .	+43°С
II раствор. Вода дистиллированная . . .	40 *мл*
Бромистый калий х. ч.	15 *г*
Калий иодистый х. ч. .	0,3 *г*
III раствор. Вода дистиллированная . . .	100 *мл*
Серебро азотнокислое .	20 *г*
Аммиак (25%-ный раствор) . . . . . (для половинного аммирования)	12 *мл*
Температура раствора .	+20°С
IV раствор. Вода дистилированная	100 *мл*
Желатина высокоактивная средняя (Казанского завода)	30 *г*
Температура раствора .	+45°С

После приготовления всех растворов раствор II вливают в раствор I, и смесь подогревают до температуры +43°С. Затем при неактиничном освещении раствор III вливают мгновенно в раствор желатины с галоидными солями при энергичном помешивании в течение 1,5—2 *мин* и доводят до температуры +43°С.

Первое созревание происходит примерно в течение 10 *мин* (продолжительность зависит от физико-химических свойств желатины данной партии). После этого производится студенение в течение 5—7 *мин* с добавлением в эмульсию кусков льда из дистиллированной воды или же охлаждением водой с температурой до +12°С. В процессе студенения эмульсию размешивают до получения сметанообразной массы.

Застуденненную фотоэмульсию ставят в холодильник (температура 3—5°С) не менее чем на 2 *ч* или до следующего дня. В этот период процесс созревания эмульсии продолжается, причем растут, как правило, мелкие зерна.

Затем производят измельчение на «червяки» при помощи пресса и промывку измельченной эмульсии. Продолжительность промывки зависит, как указывалось выше, от температуры воды и скорости ее поступления.

pH окончательно промытой эмульсии должна быть 6,7—6,8.

После окончания промывки и удаления излишней воды эмульсия плавится и доводится до температуры +45°С. IV раствор также подогревают до температуры +45°С и вводят в эмульсию. После фильтрования и доведения объема до 1 *л* дистиллированной во-

дой, температура которой должна быть +40 — +45°С, эмульсию ставят на второе созревание.

Перед началом второго созревания в эмульсию тонкой струей при помешивании вливают стабилизатор в количестве 20—30 *мл*, составленный по рецепту:

вода дистиллированная	1000 *мл*
цистин	1 *г*
кислота азотная х. ч. (плотность 1,39—1,41)	2—2,5 *мл*
формалин (40%-ный раствор)	0,5 *мл*

Запасной раствор стабилизатора составляется следующим образом: отвешенный цистин высыпают в химическую колбу с дистиллированной водой в объеме 150 *мл* и после набухания (1,5—2 *ч*) добавляют азотную кислоту до получения прозрачного раствора. После этого раствор доводят до температуры +55°С и в него вводят формалин.

Затем раствор кипятят в течение 3—4 *мин* (причем он должен быть прозрачным и бесцветным), после чего добавляют дистиллированную воду до объема 1 *л*. Этот раствор пригоден к употреблению 10—12 дней.

Второе созревание эмульсии продолжается 30 *мин* при +45°С.

После окончания второго созревания поливают пробные пластинки размером 9×12 *см* из расчета 5 *мл* фотографической эмульсии на пластинку для сенситометрического контроля.

По данному рецепту эмульсия должна иметь следующую сенситометрическую характеристику: S — от 0,4 ГОСТ и выше; γ — от 5 и выше; D_0 — от 0,01 до 0,03; D_{max} — от 2,8 до более 3; L — 0,30—0,45.

Особоконтрастная эмульсия
(для штриховых оригиналов)

I раствор. Вода дистиллированная	100 *мл*
Желатина малоактивная медленная	40 *г*
Температура раствора	+43° С
II раствор. Бромистый калий	15 *г*
Иодистый калий	0,3 *г*
Вода дистиллированная	40 *мл*
Температура раствора	+43° С
III раствор. Серебро азотнокислое	20 *г*
Вода дистиллированная	100 *мл*
Аммиак (25%-ный раствор)	12 *мл*
Температура раствора	20° С

I раствор смешивают со II и за 2 *мин* до эмульсификации добавляют 0,25 *мл* запасного раствора (1 : 10 000) хлористого родия, размешивают и добавляют 2,5 *мл* запасного раствора стабилизатора Ф-2.

III раствор (аммированное серебро) разделяется на две равные части. Первую часть мгновенно вливают и размешивают 1—2 *мин*, а затем добавляют также мгновенно вторую часть раствора. Раз-

мешивается в течение 2 *мин* и вливается 16 *мл* 50%-ного раствора уксусной кислоты х. ч., а затем эмульсия студенится.

В последующем студень размельчается на «червяки» (прессом) и промывается обычной водой (температура до +16°С) до pH = =6,70—6,80.

Перед вторым созреванием добавляется 30 *г* высокоактивной желатины и воды до 1 *л*, затем 2,5 *мл* запасного раствора красителя 1610.

Созревание продолжается 30—45 *мин*.

По данному рецепту эмульсия может иметь следующие показатели: $S=0{,}2$ ед. ГОСТ и выше; $\gamma=6$ и выше; $D_0=0{,}01$; $D_{max}=>3$; $L=0{,}3$.

Запасной раствор хлористого родия

В 800 *мл* 25%-ного раствора хлористого натрия (х. ч.), составленного на дистиллированной воде при температуре +92°С, вводится 1 *г* хлористого родия ($RhCl_3$) и при данной температуре раствор выдерживается 45 *мин*; затем охлаждается до температуры +25°С и в него добавляется 25 *мл* 5N раствора соляной кислоты (х. ч.). Объем раствора доводится до 1 *л* путем добавления 25%-ного раствора хлористого натрия. Запасной раствор длительное время сохраняется в стеклянной посуде с притертой пробкой в затемненном месте.

Полутоновая эмульсия
(для изготовления диапозитивов с аэронегативов)

I раствор.	Вода дистиллированная	300 *мл*
	Азотнокислое серебро	25 *г*
	Температура раствора	+50° С
II раствор.	Вода дистиллированная	135 *мл*
	Желатина малоактивная (медленная)	27 *г*
	Бромистый калий	25 *г*
	Иодистый калий	0,6 *г*
	Температура раствора	+25° С
III раствор.	Аммиак (25%-ный раствор)	13 *мл*
IV раствор.	Вода дистиллированная	54 *мл*
	Желатина малоактивная	13 *г*
V раствор.	Вода дистиллированная	50 *мл*
	Желатина высокоактивная	35 *г*
	Бромистый калий (10%-ный раствор)	3 *мл*

I раствор быстро вливают во II, затем добавляют III раствор и смесь доводят до температуры +50°С.

Первое созревание продолжается 30 *мин* при температуре +50°С.

Перед окончанием созревания добавляют IV раствор.

После студенения и промывки перед вторым созреванием вводят V раствор.

Второе созревание продолжается 1 *ч* при температуре +45°С.

После второго созревания вводят стабилизатор ста-соль (1%-ный водный раствор) — 8 *мл*.

По указанному рецепту можно получить фотоэмульсию со следующими сенситометрическими показателями: $S=0{,}65$; $\gamma=1{,}65$; $D_0=0{,}02$; $D_{max}=2{,}84$; $L=1{,}2$.

Полутоновая эмульсия
(для репродуцирования фотопланов)

I раствор. Вода дистиллированная	66 *мл*
Азотнокислое серебро	13,2 *г*
Температура раствора	+20 °С
II раствор. Вода дистиллированная	25 *мл*
Бромистый калий	11 *г*
Иодистый калий	0,2 *г*
Температура раствора	+48° С
III раствор. Вода дистиллированная	66 *мл*
Желатина малоактивная (медленная)	26 *г*
Температура раствора	+48° С
IV раствор. Аммиак (25%-ный раствор)	8 *мл*
V раствор. Вода дистиллированная	100 *мл*
Желатина высокоактивная (быстрая)	40 *г*

К I раствору добавляют IV раствор. II раствор соединяют с III раствором.

Эмульсификация производится в течение 20 *сек* при непрерывном помешивании, после чего эмульсию размешивают еще 2 *мин*.

Первое созревание длится 15 *мин* при температуре +45°С.

Студенение и промывка производятся обычным способом.

Второе химическое созревание производится в течение 1 *ч* при температуре +45°С.

Раствор V вводят в эмульсию непосредственно перед вторым созреванием при температуре +45°С.

По данному рецепту получают эмульсию со следующими сенситометрическими показателями: $S=0{,}25$; $\gamma=1{,}9$; $D_0=0{,}02$; $D_{max}=1{,}9$; $L=0{,}75$.

Эту эмульсию применяют в аэрогеодезическом производстве для смягчения контраста изображения при репродуцировании разнотональных мозаичных фотопланов.

Запасной раствор ста-соль

Вода дистиллированная . .	1000 *мл*
Ста-соль	10 *г*

Ста-соль (стабилизатор) является одним из лучших стабилизаторов как для сенсибилизированных, так и несенсибилизированных фотоэмульсий. Ста-соль практически полностью прекращает изменения фотографических свойств при дополнительном созревании эмульсии. Хорошо предохраняет от вуали и не снижает светочувствительность эмульсии.

Запасной раствор красителя 1610

Спирт этиловый 96°	1000 *мл*
Краситель 1610	1 *г*

Порядок составления: навеску 1 *г* красителя (с точностью до 0,01 *г*) заливают 700—800 *мл* этилового спирта (ректификата) в мерную колбу емкостью 1 *л*.

Смесь при периодическом встряхивании нагревают на водяной бане при температуре 70°С до полного растворения красителя. После чего раствор охлаждают до комнатной температуры и доводят до объема 1000 *мл* этиловым спиртом.

Полноту растворения определяют визуально. Запасной раствор хранят в стеклянной посуде с притертой пробкой.

Запасной раствор стабилизатора Ф-2

Спирт этиловый 96°	500 *мл*
Ацетон (х. ч.)	500 *мл*
Стабилизатор Ф-2	10 *г*

Запасной раствор смачивателя СВ-103 (1340)

Вода дистиллированная	1000 *мл*
Смачиватель СВ-103	40 *г*

Запасной раствор красителя 340

Спирт метиловый	1000 *мл*
Краситель 340	1 *г*

Подслой для стекла

Желатина	10 *г*
Хромовые квасцы (10%-ный раствор)	4 *мл*
Спирт этиловый 96°	32 *мл*
Фенол 50%-ный	4 *мл*
Дистиллированная вода	950 *мл*

Готовый раствор необходимо профильтровать.

Подслой для винипроза и плексигласа

1. Желатина	18 *г*
Вода дистиллированная	37 *мл*
2. Уксусная кислота ледяная	50 *мл*
Спирт этиловый 96°	100 *мл*
3. Ацетон	70 *мл*
Целлулоид	20 *г*
Спирт этиловый 96°	70 *мл*

Второй раствор при помешивании вливается в I и полученную смесь: тонкой струей также при помешивании вливают во II раствор.

6. ПОЛУЧЕНИЕ ФОТОЭМУЛЬСИИ МЕТОДОМ ВЫДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ГАЛОГЕНИДОВ СЕРЕБРА

Переход от первого (физического) созревания ко второму (химическому), как указывалось выше, обычно происходит через процессы студенения, измельчения (получения «червяков») и промывки фотоэмульсии.

При промывке происходит удаление из фотографической эмульсии растворимых компонентов первого созревания (селитры, избытка щелочного галогенида, аммиака и др.) Существенным недостатком этого способа является не только его длительность, плохая регулировка его проведения, но и нестабильность конечных результатов — свойств готовой фотоэмульсии. Последние зависят от качества используемой воды, ее бактериальной зараженности, жесткости, содержания ионов трехвалентного железа, меди, марганца, а также наличия других химических и физических примесей. Высокая температура воды вызывает чрезмерную набухаемость фотоэмульсии во время ее промывки, ускорение ее загрязнения и увеличение потерь серебра.

Известны различные способы перехода от первого созревания ко второму без применения студенения, измельчения и промывки эмульсии, например методами центрифугирования, сепарирования, седиментации (осаждения) гелогенидов серебра фотоэмульсии, но они требуют специального оборудования.

В настоящее время в предприятии № 7 успешно освоен и применен в производстве способ получения фотоэмульсии с выделением твердой фазы коагуляции галогенидов серебра после первого созревания с применением полистиролсульфокислоты натриевой соли. Так, при синтезе особоконтрастной эмульсии составляются следующие запасные растворы.

I раствор. Желатина малоактивная	7 *г*	$t + 45°$ C
Вода дистиллированная	300 *мл*	
II раствор. Бромистый калий	15 *г*	$t + 45°$ C
Иодистый калий	0,3 *г*	
Вода дистиллированная	40 *мл*	
III раствор. Азотнокислое серебро	20 *г*	$t + 20°$ C
Вода дистиллированная	100 *мл*	
Аммиак (25%-ный до полного аммирования)	25 *мл*	

Раствор I смешивают с раствором II и за 2 *мин* до эмульсификации добавляют запасной раствор (1 : 10 000) хлористого родия в количестве 0,2 *мм* и запасной раствор стабилизатора Ф-2 в количестве 2 *мм*. Все тщательно перемешивают в течение 2 *мин*. Раствор аммированного серебра (раствор III) делят на две равные части и одну часть мгновенно вводят в соединенный раствор желатины и галоидных солей (I и II растворы). Смесь размешивают в течение 2 *мин* и оставляют на 5 *мин* для созревания. Затем вводят вторую

часть серебра и также перемешивают (со скоростью 80 *об/мин*) в течение 2 *мин*. После этого добавляется при размешивании 12—15 *мл* 50%-ной уксусной кислоты до pH 4—5 и 5%-ного водного раствора полистеролсульфокислоты в количестве 30 *мл*. Осаждение длится около 10 *мин*. Затем верхний слой воды удаляют (сифонированием), а образовавшийся осадок промывается водой (два раза). Температура воды +7 — +10°С, а объем ее должен быть в семь-восемь раз больше осадка. После такой промывки осадок переносят в 7%-ный раствор высокоактивной желатины (t=45°С), тщательно перемешивают в течение 3 *мин*, pH раствора доводят до 6,7—6,8, вводят запасной раствор красителя (1610) в количестве 2 *мл* и проводят второе созревание при t=45°С. Вводят необходимые добавки (обычные) и проверяют вязкость эмульсии.

Вязкость (внутреннее трение) является важным показателем характеристики фотоэмульсии. Она резко изменяется с изменением температуры: с увеличением температуры вязкость понижается, с уменьшением — увеличивается.

Вязкость определяется в абсолютной системе (международной системе единиц) как скорость, с которой жидкость под определенным давлением вытекает через отверстие капилляра определенного размера. Единица измерения абсолютной вязкости носит название сантипуаз (10^{-3} *нсек/м*^{2}) — *спз*. Для готовой фотоэмульсии абсолютная вязкость должна равняться 4—5 *спз* при температуре +38°С.

Практически определяется относительная вязкость, например, при помощи визкозиметра типа ВЗ-4 ВНИИПиТа. Для этого воронку вискозиметра ВЗ-4 помещают в кольцо штатива и подставляют под нее чистый химический стакан. В воронку наливают 100 *мл* фотоэмульсии (до бортика воронки) при неактиничном освещении, предварительно закрыв отверстие воронки. Одновременно с открытием отверстия воронки пускают секундомер, который останавливают в момент полного вытекания фотоэмульсии из воронки в химический стакан. Время течения фотоэмульсии в секундах определяет величину его условной относительной вязкости (11—12 *сек*).

Вышеуказанный способ синтеза эмульсии позволяет сократить время получения эмульсии, так как исключаются процессы студенения и измельчения студня, уменьшается время промывки студня. При использовании этого способа почти полностью исключаются потери галогенидов серебра и повышается качество и стабильность эмульсии.

7. ПОДЛОЖКА ФОТОПЛАСТИН

Технические требования к подложке

В качестве подложки для нанесения фотоэмульсии может служить зеркальное стекло (ГОСТ 7132—61), фотостекло (ГОСТ 683—62) или практически недеформирующиеся пластики.

Стекла должны иметь стандартные размеры: 18×18, 18×24, 24×24, 30×30, 30×40, 50×60, 60×60, 60×70, 70×80, 80×90, 90×110, 100×120 *см* и др. и прямые углы. Толщина стекол для больших размеров фотопластин должна быть от 4 до 10 *мм*. Для малоформатных пластинок (в том числе для изготовления диапозитивов с аэронегативов) она может быть от 1,6 *мм* и выше.

Эти требования диктуются правилами техники безопасности и требованиями высокой точности получаемого изображения. Края стекол должны быть зашлифованы, а еще лучше — отполированы. Это также способствует повышению точности линейных размеров и сокращению боя стекла.

Стекла должны иметь совершенно ровную, чистую поверхность и прозрачность. Не должно быть крупных царапин, пузырей, надколов, трещин и других дефектов.

Кроме того, стекла должны иметь одинаковую толщину по всей своей площади, в противном случае светочувствительный слой на них будет также неравномерным по толщине, что отразится на качестве негативов. Фотопластины, имеющие разную толщину стеклянной подложки, не обеспечат требуемой точности изображения, а при контактном копировании могут выйти из строя.

К пластическим материалам отечественного или импортного производства, используемым в качестве подложки для полива фотопленок, предъявляются следующие требования: максимальная прозрачность, эластичность, теплоустойчивость, неогнеопасность, небольшая обратимая деформация, малая водопоглощаемость, механическая прочность, наличие гидрофильной поверхности, стойкость к действию щелочей и кислот, отсутствие механических повреждений, равномерность по толщине.

Пластики и стекла для изготовления полутоновых негативов и особенно для изготовления диапозитивов с аэрофильмов должны отбираться более тщательно, чем для штриховых, так как наличие царапин на полутоновом изображении будет искажать ситуацию и влиять на точность фотограмметрических измерений.

Подготовка подложки

Новые стекла достаточно промыть теплой водой со щеткой или пенопластовой губкой и высушить. При повторном использовании стекол (и пластиков) они должны быть обработаны особенно тщательно, так как невнимательная и небрежная подготовка основы приведет к браку фотопластин.

Для очистки стекол и пластиков использованные негативы или диапозитивы помещают в ванну с раствором следующего состава: сода кальцинированная 50 *г*, вода 1 *л*, температура раствора 30—35°С.

После набухания в этом растворе эмульсионный слой легко снимается скребком из оргстекла (рис. 18), собирается в тару для последующей обработки и сбора серебра. Затем, после полного уда-

ления эмульсионного слоя, стекла травятся в хромовой смеси следующего состава: двухромовокислый калий 100 *г*, вода 1 *л* и серная кислота (уд. вес. 1,84) 80 *мл*, или в разбавленной, примерно до 40%-ной, азотной кислоте. Травящим раствором должна быть покрыта поверхность каждого стекла или пластика. Для этого каждое смоченное с двух сторон при помощи щетки стекло прокладывается по краям кислотоупорными прокладками из пенопластовых губок или ковриков, или винипластовых полосок толщиной 2—3 *мм*. Травление стекол (особенно больших размеров) продолжается не менее 4—5 *ч*.

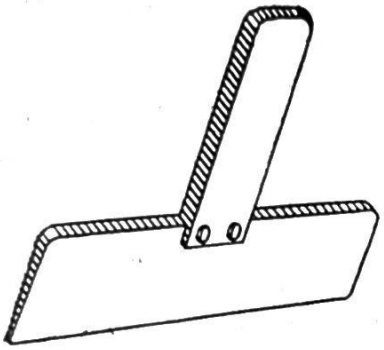

Рис. 18. Скребок из оргстекла

После травления стекло с обеих сторон, а также и торцы тщательно промывают теплой водой со щеткой или пенопластовой губкой и при ополаскивании проверяют чистоту их поверхности. С чистого стекла или пластика вода стекает равномерно со всей поверхности без местных отталкиваний. После ополаскивания и просмотра стекла устанавливают на стойки для высушивания. Пластики (винипроз, оргстекло, перматрейс и пр.) в зависимости от свойств могут быть обработаны или в кислотных, или в щелочных растворах с последующей промывкой и высушиванием в подвешенном состоянии в сушильном шкафу.

Высушенные после обработки щелочью или кислотой стекла или пластик подвергаются тщательному контролю.

Визуально проверяется, достаточно ли очищена поверхность стекол и пластиков, нет ли на ней физических дефектов (трещин, царапин, пузырей и пр.).

При помощи приборов, как, например, индикатора (рис. 19), бета-толщинометра, толщинометра-индикатора ТПБ-5, микрометра ИЗВ-1 и др., стекла проверяют на равнотолщинность и кривизну (стрелу прогиба).

Особенно тщательную проверку должны проходить стекла, предназначенные для изготовления контактным путем диапозитивов с аэрофильмов, так как наличие кривизны в этом случае может дать искажение размеров изображения. Пластик в основном проверяют на чистоту поверхности и в редких случаях — на толщину (обычно она указывается в паспортных данных).

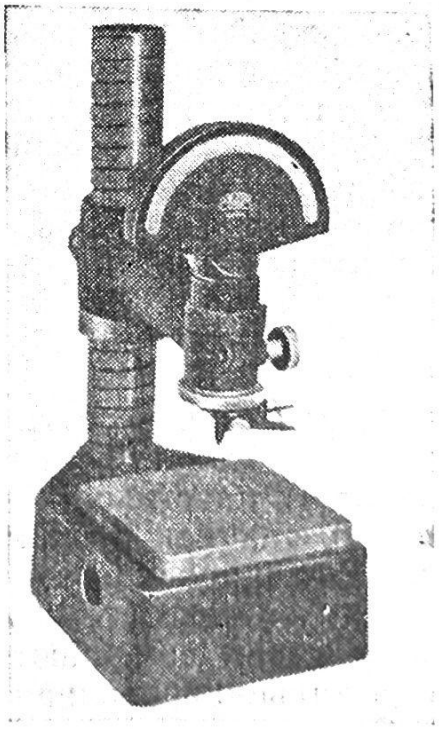

Рис. 19. Индикатор для проверки толщины стекла

Чистые, проверенные и сухие стекла (пластики) поступают в полировку. Стекла малых размеров помещают в специальный станок (рис. 20) и поочередно с обеих сторон протирают сначала чистой стираной холщевой тряпкой или марлей, смоченной в 3%-ном вод-

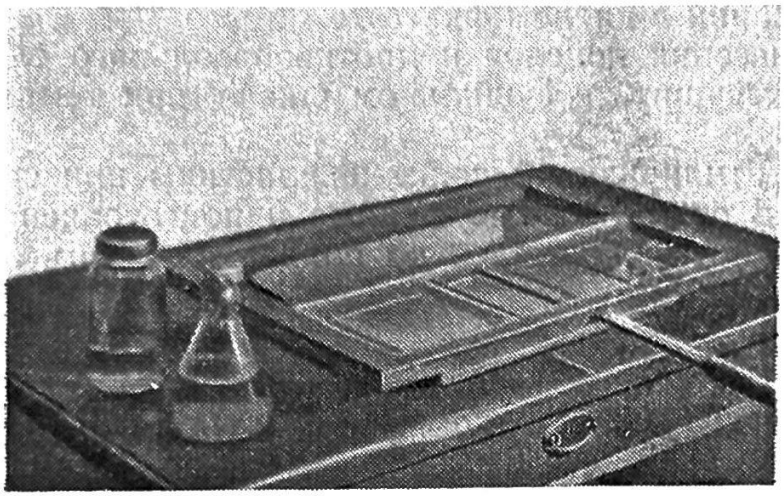

Рис. 20. Станок для полировки малоформатных стекол

ном растворе аммиака, а затем — другой чистой тряпкой, смоченной 0,1%-ным спиртовым раствором иода. После этого стекло полируют чистой сухой марлей или тряпкой до полного испарения спирта с поверхности. На хорошо очищенном и отполированном стекле при дыхании на него получается равномерное запотевание, которое быстро и равномерно исчезает.

Стекла больших форматов можно подготавливать на чистом столе, покрытом линолеумом или пластиком.

Для лучшего закрепления эмульсионного слоя на подложку со стороны, не имеющей повреждений (царапин), наносят подслой. Подслой на стекло наносится или на всю поверхность путем полива на грибке, или при помощи марлевого тампона по краям стекла. В обоих случаях он должен быть нанесен тонким ровным слоем (полоской шириной 20—30 *мм*). Можно нанести подслой при помощи чистой полотняной полоски, смоченной в растворе. Слегка соприкасаясь с поверхностью стекла, полоска оставляет на нем тонкий слой раствора.

При хорошей подготовке и полировке стекла нанесение сплошного подслоя необязательно, так как сцепление эмульсионного слоя с хорошо очищенной поверхностью стекла будет достаточно прочным. Что же касается пластиков, то на них необходимо наносить подслой на всю поверхность. Состав подслоя зависит от физико-химических свойств пластиков.

В ряде случаев, когда требуется воспроизвести очень мелкие детали изображения (и, в частности, очень тонкие штриховые

линии), на подложку, кроме подслоя, наносится противоореольный слой в виде поглощающих свет красителей (красный, зеленый, черный), которые растворяются при последующей обработке экспонированной пластинки. В некоторых случаях для этого достаточно ввести в подслой мелкодисперсную двуокись марганца. Этот окрашенный противоореольный слой легко обесцвечивается при фиксировании в кислом фиксаже.

После нанесения подслоя и противоореольного слоя подложку необходимо высушить в сушильном шкафу при температуре +20, +30° С.

Воздух, вентилирующий политые пластины при сушке, должен быть свободен от пыли. Высушенные и подготовленные стекла и пластики должны сохраняться до полива в чистом, обеспыленном месте.

8. НАНЕСЕНИЕ ФОТОЭМУЛЬСИИ НА ПОДЛОЖКУ

Процесс полива эмульсии заключается в нанесении максимально ровного слоя эмульсии на подготовленное стекло (пластик). Политый эмульсионный слой должен быть совершенно ровным и иметь одинаковую толщину по всей поверхности.

На эмульсионном слое не должно быть различного рода светлых или темных пятен, полос, пузырей, пены, точек, участков, не политых эмульсией, или затеков. Не должно быть также механических повреждений. Каждая политая большая пластина с обратной стороны должна быть маркирована, т. е. проставляется номер эмульсии.

Подготовка оборудования и приспособлений

Перед нанесением фотоэмульсии на стекло необходимо подготовить соответствующие оборудование и приспособления:

1) установку для полива и студенения эмульсионного слоя (см. рис. 7);

2) набор фильер разных размеров с диаметром отверстий 0,6—0,8 *мм*;

3) ванночки из нержавеющей стали для подогрева и мытья фильер;

4) прецизионные уровни для юстировки стекол в строго горизонтальном положении;

5) зеркальное калиброванное стекло для нивелировки.

В первую очередь необходимо проверить, чтобы оборудование и приспособления были чистыми. Затем следует приступить к выполнению подготовительных операций:

отъюстировать нивелировочные конусы поливной установки для обеспечения строго горизонтального положения стекол, предназначенных для полива.

Производится это при помощи калиброванного стекла с двумя прецизионными уровнями, укрепленными на его нижней стороне; включить холодильную установку стола для полива эмульсии, чтобы своевременно создать нужную температуру (+3—+5° С) на поверхности поливаемого стекла;

в ванночки для смывки остатков эмульсии налить теплую воду, температура которой должна быть не более 50° С;

подготовить бачок из нержавеющей стали или фарфоровую посуду для сливания остатков эмульсии.

Полив пластин

Подготовленную подложку укладывают на зеркальное (калиброванное) стекло поливного стола. При поливе пластики закрепляются на стекле при помощи липкой ленты или каким-либо другим способом.

Фильера предварительно подогревается в воде с температурой +40—+50° С, протирается чистой (стираной) марлей и после установки в горизонтальное положение (рис. 21) в нее наливают необходимое (в зависимости от размеров стекла) количество эмульсии. При равномерном движении фильеры эмульсия выливается на подложку. Фильера в движение может приводиться ручным и механическим способами. При ручном способе качество полива эмульсии, равномерность светочувствительного слоя полностью зависят от навыка исполнителя. К тому же при поливе пластин большого формата выполнение этого процесса вручную является тяжелым трудом. Поэтому ручным способом можно поливать пластины форматом не более 70×80 *см*.

Если эмульсия полита неравномерно, ее следует немедленно разравнять стеклянной палочкой или линейкой из оргстекла. Вместо стеклянной палочки можно использовать стеклянную пробирку, наполненную теплой водой (38—40° С). Необходимо иметь в виду, что такие пластинки можно использовать на простых, не ответственных работах.

Лучшие результаты полива дает механическое продвижение фильеры. Поэтому на всех фабриках и НРКЧ поливные столы снабжены приспособлениями для механического привода фильеры.

На рис. 22 изображена схема механизма привода фильеры, предложенная К. И. Дроздовским (фабрика № 1). Посредством этого механизма через трос сообщается движение планке (см. рис. 1), на которой крепится фильера.

Такая конструкция обеспечивает плавный ход фильеры. Один электромотор (мощностью 0,27 *квт)* обслуживает две фильеры. Он установлен на боковой стенке поливочной установки.

Включение фильеры в движение (вперед и назад) осуществляется кнопочным управлением. При нейтральном положении сердечника фрикциона фильеру можно перемещать вручную.

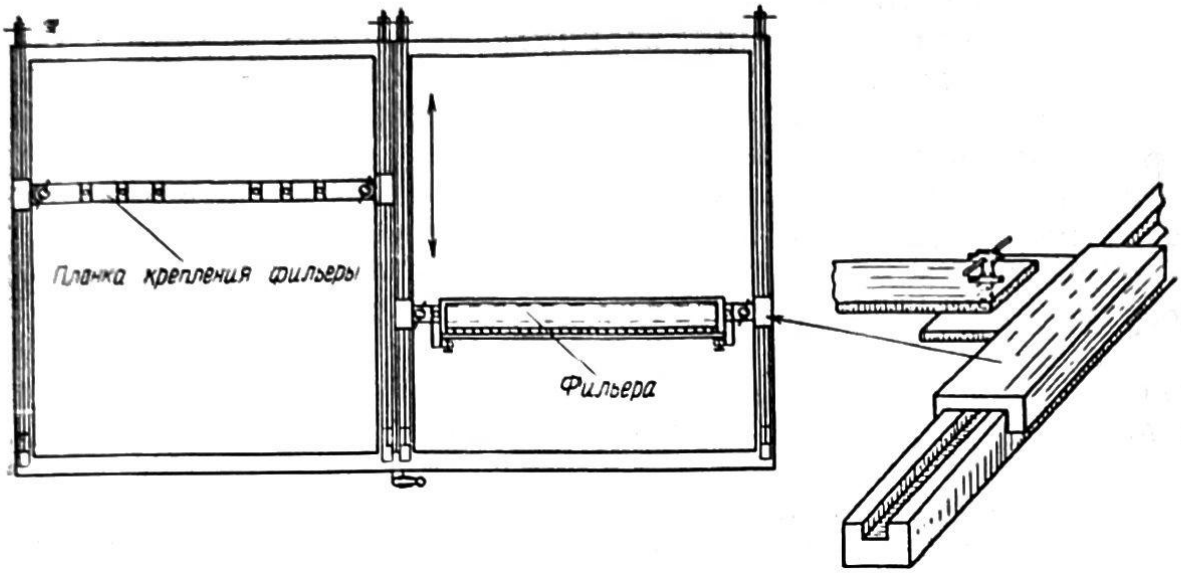

Рис. 21. Установка фильеры

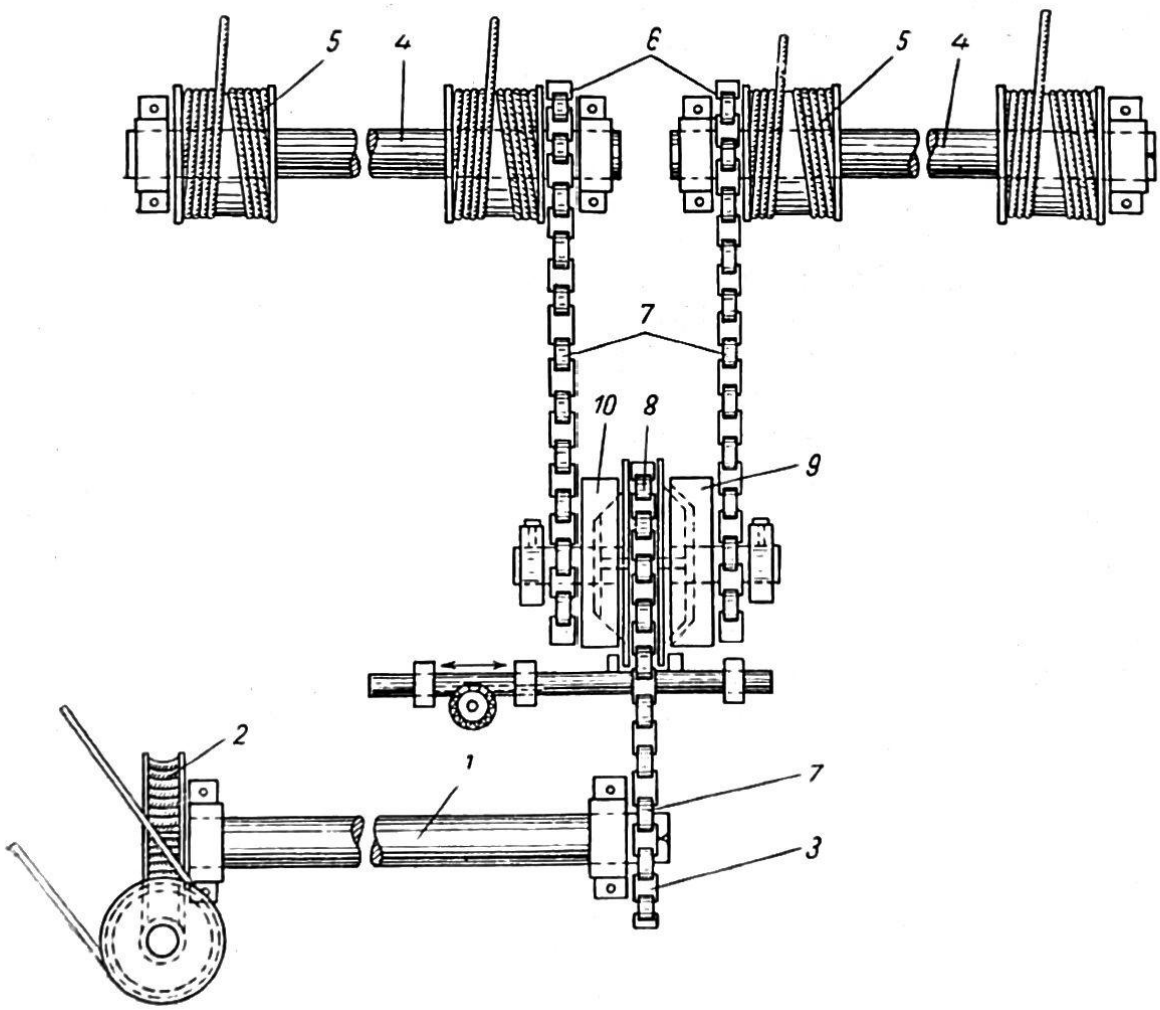

Рис. 22. Схема механизма для привода фильеры в движение

1 — вал; *2* — червячная передача; *3* — цепная звездочка; *4* — вал; *5* — катушки для тросов; *6* — цепные звездочки; *7* — цепи; *8* — сердечник фрикциона; *9, 10* — фрикционные чашки

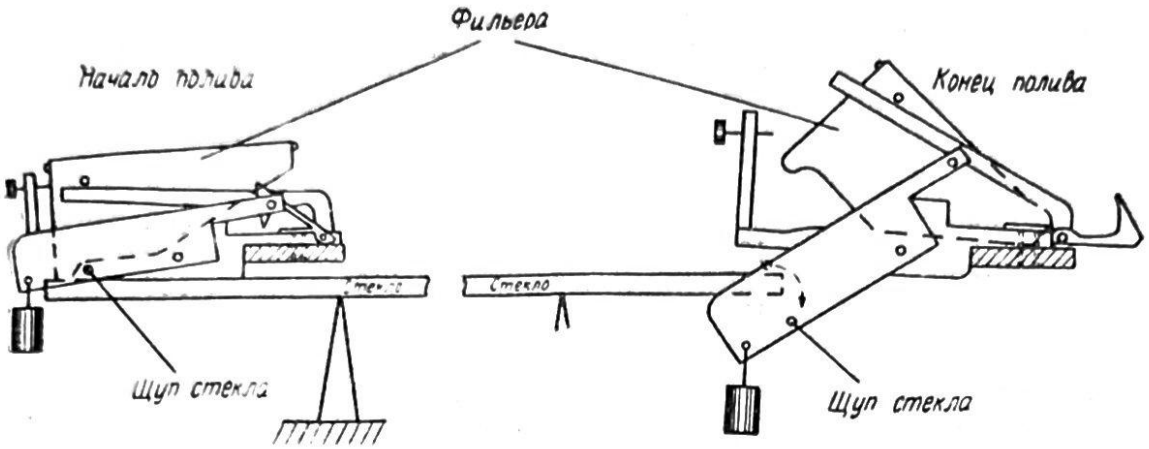

Рис. 23. Схема работы опрокидывателя фильеры

На планке крепления фильеры установлен опрокидыватель фильеры (рис. 23), который движется по основе (стеклу) вместе с фильерой. Точкой опоры опрокидывателя является щуп, который расположен перед отверстием фильеры. По окончании полива он сходит с пластины (основы) и фильера опрокидывается. Таким образом, отпадает необходимость устанавливать опрокидывающее приспособление по размерам стекла. Эта конструкция поливного стола обеспечивает равномерный полив эмульсии и удобство эксплуатации и обслуживания.

Устройство для механического движения фильеры, применяемое в НРКЧ, описано А. В. Эдельштейном («Технология издания карт и атласов», М., Геодезиздат, 1962).

Нанесенная на подложку эмульсия подвергается студенению при помощи холодного воздуха от холодильной установки. Вентиляторы должны обеспечивать равномерное поступление холодного воздуха на поверхность эмульсионного слоя. Для предохранения от пыли эмульсионный слой закрывают крышкой из оргстекла или другого материала (см. рис. 7).

Эмульсионный слой должен застудениться на всю толщину, в противном случае в сушильном шкафу эмульсия будет стекать с подложки или образовывать сдвиги. Студенение необходимо проводить возможно быстрее. При использовании холодильной установки оно заканчивается в течение 3—4 *мин.* Пока студенится эмульсионный слой на первой пластине, можно поливать следующую основу в другой секции поливного стола.

Для обеспечения постоянных фотографических свойств пластин при поливе необходимо придерживаться определенной нормы расхода эмульсии, которая должна быть в пределах от 450 до 500 *мл* на 1 $м^2$ подложки для съемки штриховых и до 400 *мл* для полутоновых оригиналов. Температура эмульсии при поливе должна быть в пределах +38—+40° С.

Из практики работ выведены следующие нормы расхода эмульсии.

Размер стекла, *см*	Количество эмульсии, *мл*	Размер стекла, *см*	Количество эмульсии, *мл*
9×12	5	60×60	180
13×18	12	60×70	210
18×24	22	70×80	280
24×30	36	80×90	360
30×40	60	80×100	400
40×50	100	80×110	440
50×50	125	90×110	500
50×60	150	100×120	600

При поливе эмульсии на подложку должны быть соблюдены следующие технические требования: 1) вся посуда, фильеры и др. должны быть безукоризненно чистыми, 2) нивелирные конусы должны быть максимально точно отъюстированы, 3) холодильная установка должна обеспечивать постоянную температуру +3, +5° С на поверхности политого стекла — основы, 4) фильера должна промываться горячей водой после полива каждой пластины, 5) остатки эмульсии при поливе должны собираться в отдельный сосуд с последующей фильтрацией для повторного использования.

Невыполнение пунктов 1, 4 и 5 влечет за собой появление брака в виде вуали или пятен. Невыполнение пункта 2 приводит к неровному поливу. Невыполнение пункта 3 удлиняет время студенения.

9. ВЫСУШИВАНИЕ ФОТОПЛАСТИН

Застуденненные пластины помещают для высушивания в специальный сушильный шкаф (рис. 24). Конструкция сушильного шкафа в зависимости от объема работ и условий может быть различной. Пластины большого формата целесообразно размещать в нижней части шкафа в вертикальном положении, где они должны омываться потоком прошедшего через фильтры воздуха, подогретого и осушенного. Скорость высушивания зависит от температуры, влажности, количества воздуха и скорости циркуляции его в сушильном шкафу.

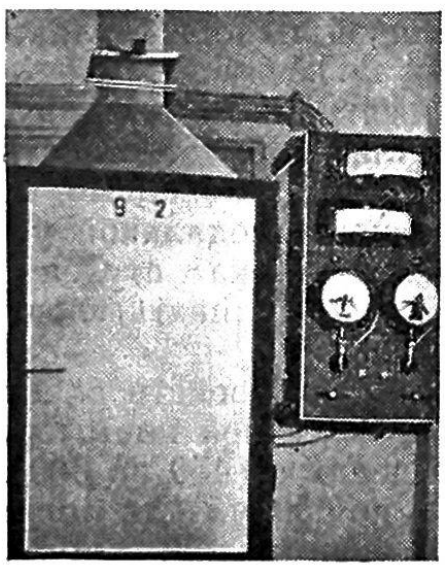

Рис. 24. Сушильный шкаф для фотопластин

Высушивание заключается в постепенном испарении влаги из эмульсионного слоя. Продолжительность его зависит от влагоемкости воздуха, физико-химических свойств эмульсии и степени применения принудительных способов удаления влаги.

При медленном высушивании фотоэмульсионный слой высыхает неравно-

мерно и при последующей работе с ним (во время проявления) на пластинах появляются пятна (зоны высыхания). При нарушении режима высушивания нельзя рассчитывать на получение пластин со стандартными фотографическими свойствами по всей их площади. В ряде случаев неправильное высушивание может явиться причиной брака фотопластин.

Высушивание пластин начинается при температуре воздуха +15—+20° С с постепенным повышением к концу процесса до +30—+35° С. Повышение температуры достигается постепенным, последовательным включением обогревательных элементов. Относительная влажность воздуха в шкафу должна быть не более 70—80%. При этих условиях высушивание обычно заканчивается в течение 4—6 *ч* при полной загрузке шкафа. Для обеспечения высокого качества фотопластин необходимо соблюдать следующие технологические требования: 1) поддерживать чистоту воздуха, поступающего в сушильный шкаф, что достигается регулярной очисткой всех фильтров; 2) строго следить за чистотой сушильного шкафа, не допускать его загрязнения остатками эмульсии или другими веществами; 3) исключить возможность попадания в шкаф вредных газов (сероводорода, сернистого газа, окиси углерода, паров аммиака, скипидара и пр.), а также пыли; 4) во время высушивания пластин возможно реже открывать шкаф; 5) контроль режима сушки осуществлять по приборам, вмонтированным в сушильный шкаф (термометры, гигрометры, психрометры, контактные термометры, влагометры, анемометры и др.); 6) регулярно просматривать, чистить и смазывать воздуховоды сушильного шкафа и периодически дезинфицировать шкаф антисептиками.

Нарушение технологических требований, указанных в пунктах 1, 2, 3, 4, приводит к появлению брака в виде точек и пятен различного происхождения. При попадании в шкаф вредных газов на пластинах появляется общая вуаль. Нарушение требований пункта 4 приводит к неравномерной сушке. Нарушение требований пункта 6 может стать причиной образования микробных очагов в сушильном шкафу.

Высушенные фотопластины просматривают в отраженном и проходящем свете при неактиничном освещении и сортируют.

Отсортированные пластины помещают для хранения в специальный шкаф или специальные ящики — тележки. Укладывают их вертикально, по две штуки, эмульсия к эмульсии.

Пробные пластинки размером 9×12 *см,* предназначенные для сенситометрического контроля данной партии эмульсии, передаются в контрольно-испытательную лабораторию для составления паспорта. Они должны быть высушены при том же режиме, как все пластины этой партии.

10. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ФОТОПЛАСТИН

При изготовлении светочувствительных пластин в лабораторных условиях применяется как визуальный (субъективный) и сен-

ситометрический (объективный) методы контроля их фотографических и физико-химических свойств.

При визуальном контроле обычно определяют физико-механические характеристики изготовленных фотопластин, а именно: относительную равномерность и чистоту поверхности нанесенной фотоэмульсии на основу, наличие механических повреждений, полос, пятен, воздушных пузырей, затеков, следов от неравномерной сушки и другие дефекты, которые можно выявить по внешним признакам. Контроль производится как при поливе фотопластин, так и после их сушки. Готовые пластины просматривают в отраженном и проходящем свете на специальном столе при неактиничном освещении.

В ряде случаев бывает необходимо произвести пробное фотографирование для визуального определения фотографических свойств пластин. Для этого берется пробная пластинка, на которой изготавливается диапозитив с негатива, являющегося тест-объектом. При этом должны быть выдержаны стандартные условия изготовления диапозитива для данного светочувствительного материала (экспозиция, рецептура проявителя, его температура и время проявления). По визуальной оценке диапозитива делают предварительные выводы о качестве и пригодности светочувствительного слоя (его контрастность, величина вуали и т. д.).

Результаты визуального контроля должны фиксироваться в технологическом журнале.

Визуальная оценка качества фотографических свойств является неточной и субъективной, зависящей от квалификации проверяющего, его способностей. Поэтому при изготовлении больших партий фотопластин и при дальнейшей с ними работе необходимо пользоваться сенситометрическим методом контроля.

Сенситометрия (от латинского слова сенсум — чувство и греческого метро — мерять) является разделом научной фотографии, занимающимся определением почти всех свойств фотографических слоев. Сенситометрия, как весы химии, позволяет установить количественные взаимоотношения между практически важными свойствами светочувствительного слоя.

Основные фотографические свойства светочувствительных материалов и способы их определения

Фотографические слои изготавливают для различных целей с различными свойствами, отвечающими определенному производственному назначению.

Если подвергнуть действию света фотографический материал, то какая-то часть галогенида серебра становится способной при обработке проявителем восстанавливаться до металлического серебра. Эта реактивноспособная часть галогенида серебра создает степень почернения фотографического материала — оптическую плотность.

Оптическая плотность (D) — десятичный логарифм величины «непрозрачности» (обратной пропусканию) слоя и выражается формулой:

$$D = \lg \frac{F_0}{F},$$

где F_0 — интенсивность падающего светового потока, F — интенсивность проходящего светового потока.

Оптическая плотность зависит от количества света, действующего на фотографический материал, свойств и условий обработки последнего. Поэтому для каждого светочувствительного слоя при определенных (стандартных) условиях обработки следует устано-

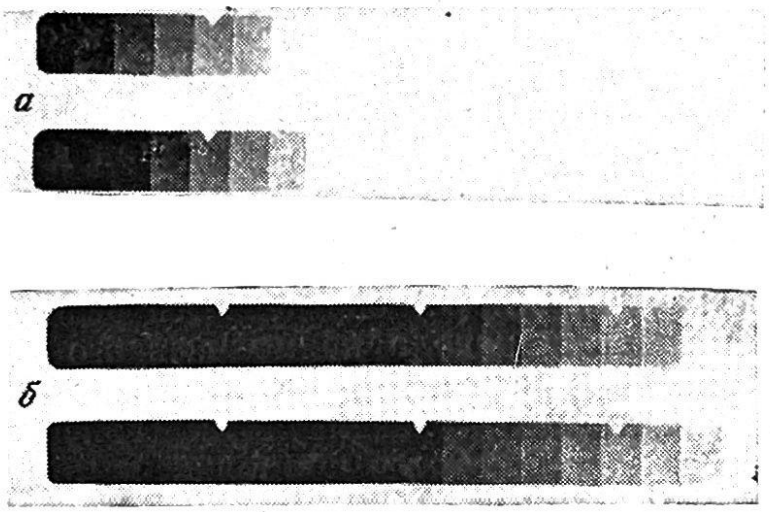

Рис. 25. Сенситограммы:
а — контрастный фотоматериал; *б* — фотоматериал нормальной контрастности

вить количественную взаимосвязь между подействовавшим светом (точно измеренных экспозиций) и полученным (закономерно изменяющимся) потемнением. Эта взаимосвязь определяется при помощи получения в специальном приборе, называемом сенситометром (описание работы на котором дается ниже), ступенчатой шкалы потемнений (плотностей) — сенситограммы.

На рис. 25 для примера показаны сенситограммы двух эмульсий, имеющих различный коэффициент контрастности. Оптические плотности сенситограмм измеряют на денситометре. Полученные величины наносят на график (рис. 31) и по ним строят характеристические кривые.

Основные свойства, по которым различают сорта фотографических материалов, следующие:

1) светочувствительность (S) — чувствительность фотослоя по отношению к белому свету определенного спектрального состава; светочувствительность выражается величиной, обратно пропорциональной количеству освещения, создающему (после проявления) определенный фотографический эффект. Графически она опреде-

ляется как пересечение перпендикуляра, опущенного из суммарной точки $D_0+0{,}85$, взятой на характеристической кривой, на шкалу светочувствительности, расположенной под осью абсцисс сенситометрического графика (см. рис. 31);

2) спектральная чувствительность (S_s) — избирательная чувствительность к лучам света с различной длиной волны;

3) коэффициент контрастности (γ) характеризует способность фотослоя передавать различия в соотношениях яркостей разных участков объекта при определенной экспозиции. Он определяется как отношение разности двух оптических плотностей, взятых на прямолинейном участке характеристической кривой, к разности соответствующих им логарифмов освещения (экспозиций). Графически он определяется как величина тангенса угла наклона прямолинейного участка характеристической кривой к оси логарифмов экспозиций;

4) плотность вуали (D_0) — оптическая плотность участков фотослоя, не подвергавшихся действию света (при данных условиях проявления);

5) фотографическая широта — диапазон экспозиций, который можно использовать, сохраняя качество фотоснимка.

Фотографическая широта (L) определяется разностью логарифмов экспозиций конца и начала прямолинейного участка характеристической кривой. Графически она определяется отрезком на оси абсцисс, ограниченным перпендикулярами, опущенными на ось логарифмов экспозиций из концов прямолинейного участка;

6) максимальная плотность (D_{max}) — наибольшая оптическая плотность при данных условиях проявления;

7) разрешающая способность (R) светочувствительного слоя — способность раздельно передавать мельчайшие детали фотографируемого объекта. Разрешающая способность выражается предельным числом раздельно передаваемых линий, приходящихся на 1 *мм* оптического изображения и имеющих ширину штриха, одинаковую с промежутками между ними.

Разрешающая способность зависит от толщины светочувствительного слоя, размера зерен галоидного серебра, светочувствительности и контрастности, условий экспонирования и обработки. Например, чем контрастнее изображение, тем легче различить линии, близко расположенные друг к другу, и тем больше разрешающая способность слоя. Разрешающую способность определяют путем фотографирования специального тест-объекта (миры) на исследуемый светочувствительный материал.

Тест-объект (мира), применяемый в сенситометрической системе ГОСТа, состоит из 25 групп параллельных штрихов, разделенных промежутками, ширина которых равна ширине штрихов (рис. 26).

Фотографирование миры на фотослой производится в специальном приборе резольвометре (рис. 27) с 25-кратным уменьшением.

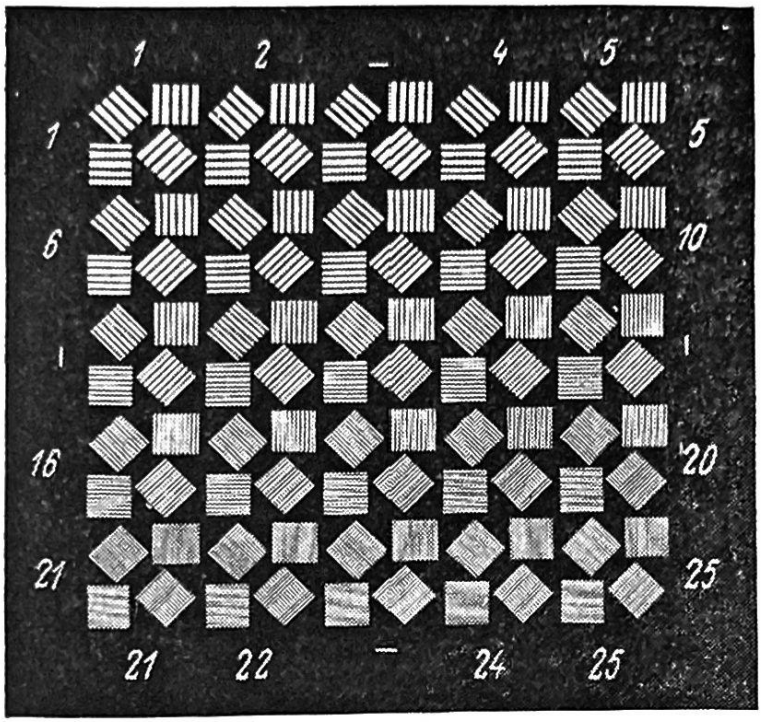

Рис. 26. Мира

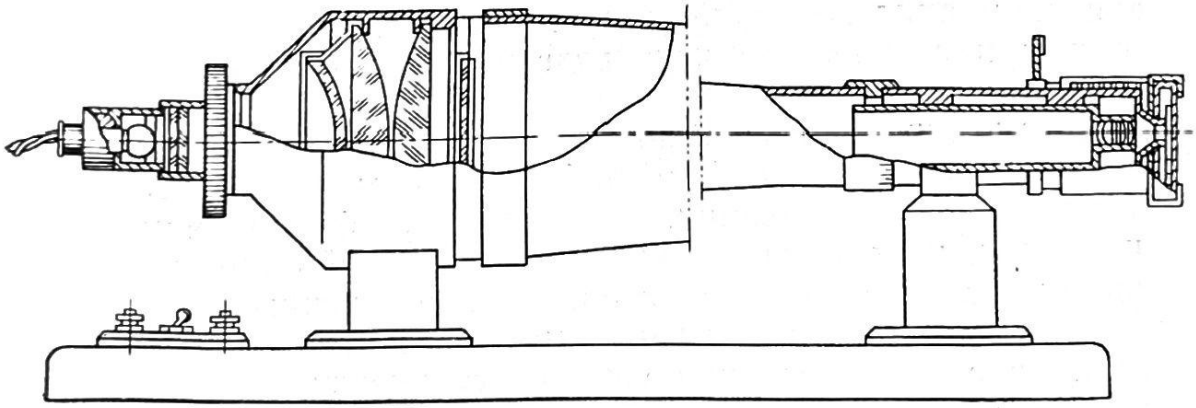

Рис. 27. Резольвометр

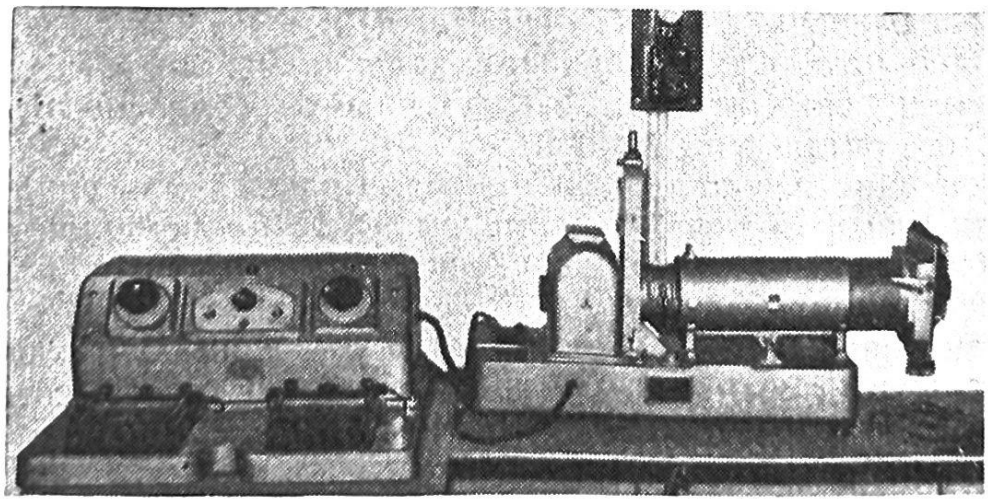

Рис. 28. Сенситометр ФСР-4

Резольвометр представляет собой особый фотографический аппарат, назначение которого образовывать точно в плоскости испытуемого слоя уменьшенное изображение тест-объекта. После экспонирования и проявления в стандартных условиях получают резольвограмму, которую рассматривают в микроскоп с 50—80-кратным увеличением. Зная количество штрихов в каждой группе миры, кратность уменьшения при фотографировании и кратность увеличения при рассматривании в микроскоп, можно рассчитать количество линий на 1 *мм* негативного изображения для каждой группы штрихов. Определяется разрешающая способность по последней (25-й) группе штрихов.

Рис. 29. Денситометр ДФЭ-10

Общие сенситометрические испытания фотоматериалов производят в соответствии с ГОСТом 10691—63 стандартными сенситометрическими приборами (рисунок 28 и 29) при стандартных условиях, благодаря чему результаты нескольких испытаний сравнимы между собой. Условия испытания по данному методу должны быть приближены к условиям практического использования фотографических материалов.

Сенситометрические испытания состоят из следующих операций: зарядки испытуемого фотографического материала в кассету сенситометра, экспонирования, проявления, фиксирования, промывки, сушки, измерения оптических плотностей полученной сенситограммы на денситометре, выражения полученных результатов в виде характеристической кривой на стандартном сенситометрическом бланке и определения сенситометрических характеристик, определяющих свойства светочувствительных материалов.

Экспонирование испытуемого фотоматериала производят в сенситометре ФСР-4 (см. рис. 28). Сенситометр ФСР-4 состоит из следующих основных частей: основания, камеры, кассеты, затвора со свободно падающей шторкой, источника света (с лампой накаливания и светофильтром искусственного солнечного света), ступенчатого оптического клина.

Подлежащий испытанию светочувствительный материал (фотопластинки или фотопленки) размером 9×12 *см* помещают в кассету сенситометра эмульсионным слоем в сторону шторки кассеты для экспонирования.

При экспонировании в сенситометре отдельные участки светочувствительного слоя получают различные, но строго дозированные количества освещения (экспозиция H)

$$H = Et.$$

Это достигается при помощи специальной эталонированной лампы накаливания с цветовой температурой нити 2850° К и серого (нейтрального) ступенчатого оптического клина. Стабильность питания лампы накаливания контролируется электроизмерительными приборами, амперметром и вольтметром, установленными на пульте питания ЭПС-123.

Режим питания указан в паспорте сенситометра.

Время засветки *(t)* светочувствительного материала осуществляется при помощи затвора с падающей шторой со скоростью $\frac{1}{20}$ *сек.*

Подготовка сенситометра к проведению испытаний

Перед испытаниями необходимо убедиться, что сенситометр установлен в соответствии с паспортными данными, что он исправен и отъюстирован. Затем приступают к подготовке сенситометра:

1) вилку шнура пульта питания включают в сетевую розетку;

2) пульт перевода тумблера «пульт» включают в нижнее положение;

3) при пониженном режиме питания лампы (реостаты грубой и тонкой регулировки — в нулевом положении) включают лампу сенситометра переводом тумблера «лампа» в нижее положение;

4) ручку реостата сначала переводят в положение «грубая регулировка», затем в положение «тонкая регулировка» и по показателям амперметра и вольтметра устанавливают режим питания лампы согласно паспортным данным;

5) для достижения стабильности светового потока нить лампы перед экспозицией накаливается в течение 2—3 *мин;*

6) кассету, заряженную испытуемым фотоматериалом, вставляют в соответствующую рамку сенситометра, передвигаемую в пазах прибора по вертикали при помощи винта.

Все манипуляции, связанные с кассетой сенситометра, кроме ее зарядки и разрядки, могут проводиться при обычном освещении.

Экспонирование сенситограмм

Испытуемый фотоматериал подвергается засветке при помощи затвора с падающей шторой. При испытании особо низкочувствительных материалов обычно увеличивается абсолютное количество освещения, действующего на фотографический материал. Так как затвор с падающей шторкой сенситометра ФСР-4 дает время освещения $0{,}05 \pm 0{,}004$ *сек,* то для увеличения продолжительности освещения применяется многократное экспонирование. Например, для получения сенситограммы с экспозицией 0,1 *сек* необходимо засветку произвести два раза по 0,05 *сек.* Для получения сенситограммы с экспозицией 0,5 *сек* и более пользуются тормозящим приспособлением и нейтральным серым светофильтром с оптиче-

ской плотностью 0,90±0,05. При этих условиях освещение можно увеличить до необходимого времени.

По окончании экспонирования сенситометр выключают в порядке, обратном включению, т. е.:

1) реостаты тонкой и грубой регулировки приводят в нулевое положение, таким образом устанавливают пониженный режим питания лампы;

2) тумблер «лампа» переводят в верхнее положение и после этого выключают вилку шнура питания из сетевой розетки.

Разрядку кассеты и последующую обработку сенситограмм испытуемого материала проводят при неактиничном свете.

Проявление и фиксирование сенситограмм

Для проявления экспонированных сенситограмм необходимо использовать стандартные проявители, близкие по составу и свойствам к проявителям, наиболее широко применяемым на производстве.

Практика показала, что для обработки фотопластин (или пленок), изготовленных в лабораторных условиях, наиболее целесообразно применять проявитель № 1 (Чибисова) и кислый фиксаж.

Режим обработки сенситограмм зависит от вида светочувствительного слоя, вернее, от его назначения. В табл. 1 приведен режим обработки для трех различных фотослоев.

Таблица 1

Назначение фотослоя	Проявление	Стоп-ванна	Фиксирование	Промывка
	Проявитель № 1, время, температура	2%-ный раствор уксусной кислоты, время, температура	Фиксаж, кислый, время, температура	Проточная вода, время, температура
1. Для съемки штриховых оригиналов	6 *мин* 20±0,5° С	5 *сек* 20±2° С	До 10 *мин* 20±2° С	10 *мин* 17±3° С
2. Для съемки полутоновых оригиналов	2 *мин* 20±0,5° С	5 *сек* 20±2° С	До 10 *мин* 20±2° С	10 *мин* 17±3° С
3. Для изготовления диапозитивных копий с аэрофильмов	4 *мин* 20±0,5° С	5 *сек* 20±2° С	До 10 *мин* 20±2° С	10 *мин* 17±3° С

Сенситограммы сушат путем обдувания настольным вентилятором в течение 30 *мин* при комнатной температуре.

Измерение оптических плотностей (почернений) сенситограмм

После сушки сенситограммы визуально просматривают и выбирают для промера сенситограмму, на которой клин воспроиз-

велся наиболее полно. На выбранной сенситограмме рядом с плотностями проставляют номера полей, начиная с максимально плотного (№ 1).

Оптические плотности сенситограмм измеряют денситометрами ДФЭ-10, УД-3 или др.

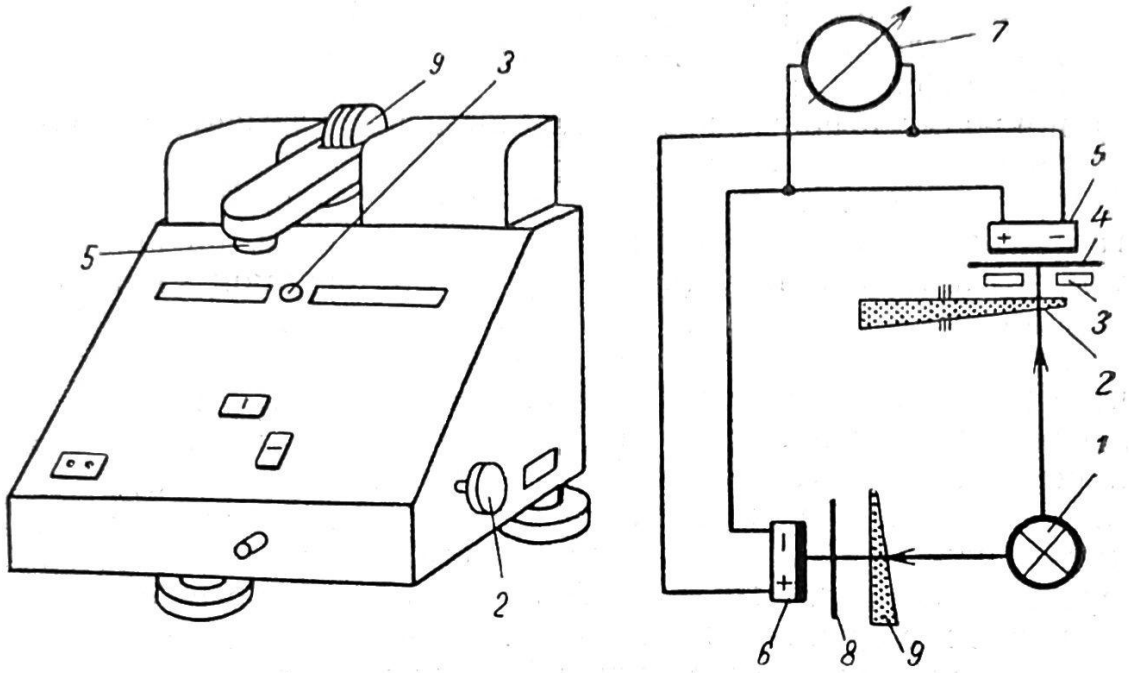

Рис. 30. Схема денситометра ДФЭ-10

В комплект сенситометрического оборудования ГОСТ 2817—50 входит денситометр ДФЭ-10, который представляет собой клиновой фотоэлектрический денситометр с двумя селеновыми выпрямителями, включенными по дифференцированной схеме (рис. 30). От источника света *1* при помощи зеркал образуется два световых пучка. Один из них, пройдя через круглый измерительный оптический клин *2*, отверстие диафрагмы *3*, измеряемое почернение *4*, освещает поверхность измерительного фотоэлемента *5*. Второй пучок света проходит через компенсационный оптический клин *9*, серый светофильтр *8* и освещает поверхность компенсационного фотоэлемента *6*. Оба фотоэлемента включены навстречу друг другу, поэтому при равенстве их освещенности дают одинаковый ток, уравновешивающий гальванометр *7*, стрелка которого в этом случае указывает на 0.

Перед началом измерения денситометр устанавливают точно в горизонтальное положение путем вращения винтов.

Точность установки проверяется по уровню.

Затем в соответствии с приложенным к прибору руководством пользования денситометром («Правила эксплуатации», раздел VII) производится его дальнейшая юстировка.

Для стабилизации показаний прибора перед измерением сенситограмм его прогревают, включая в сеть за 3—5 *мин* до работы,

после чего приступают к измерению. Порядок измерений сенситограмм следующий:

1) рамку с помещенной в ней сенситограммой эмульсией кверху укрепляют на приборе и ориентируют ее таким образом, чтобы при продольном перемещении сенситограмма не смещалась по высоте относительно штриха на белых планках;

2) устанавливают измеряемое поле сенситограммы перед отверстием диафрагмы;

3) приводят рычаг с измерительным фотоэлементом в контакт с измеряемой плотностью;

4) вращением измерительного клина совмещают указатель нуля гальванометра с индексом на матовом экране, по шкале плотностей читают величину (численную) измеряемой плотности и производят соответствующую запись в журнале измерений сенситограмм, не забыв указать соответствующий номер эмульсии, после чего измеряют (поочередно) остальные плотности сенситограммы, регистрируют их, а затем измеряют плотность вуали (на местах сенситограммы, не подвергшихся действию света), которую также записывают в журнал. Оптическую плотность подложки можно определить на куске испытуемого светочувствительного материала, отфиксированного без предварительного проявления;

5) после измерения сенситограмм проверяют нулевое положение прибора. Для этого измерительный клин устанавливают на нулевой отсчет, предварительно убрав с прибора сенситограмму. Если указатель нуля выходит за пределы биссектора на экране, следует измерения повторить, предварительно проверив нулевой отсчет прибора;

6) при измерении плотностей почернений на стеклянных пластинках нулевое положение прибора выставляют с учетом толщины стеклянной подложки.

По окончании измерений прибор выключают. Для этого сначала следует выключить фотоэлемент, затем гальванометр, и только после этого отключить прибор от сети.

Построение характеристических кривых

По результатам полученных измерений на сенситометрическом бланке (рис. 31) остро отточенным карандашом строят характеристические кривые, которые определяют зависимость экспозиций ($\lg H$) и оптических плотностей (D).

Для построения кривой откладывают величины оптических плотностей (почернения) в обе стороны от ординаты экспозиций, соответствующей экспозиции, полученной на данном фотоматериале под 11-м полем оптического клина сенситометра.

Нанесенный на график в виде точек ряд плотностей сенситограммы соединяют и получают плавную характеристическую кривую, выделяя линейкой прямолинейный участок кривой, который характеризует область нормальных экспозиций. Нижняя часть сен-

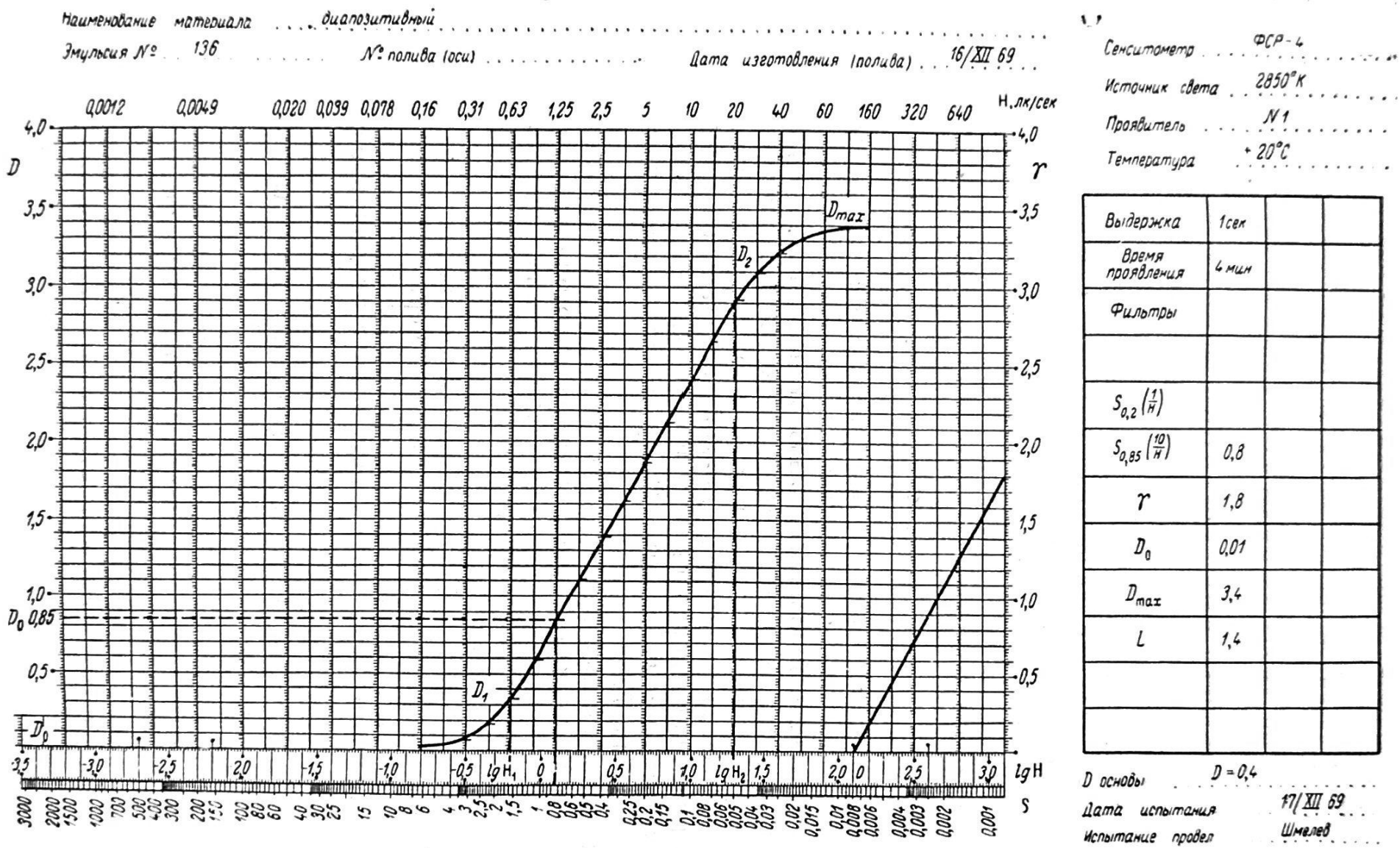

Рис. 31. Характеристическая кривая

ситометрической кривой (плавно загнутая) представляет собой область недодержек, верхняя загнутая часть — область передержек. Плотность вуали откладывают на первой ординате плотности.

На стандартном сенситометрическом бланке под осью логарифмов экспозиций расположена шкала светочувствительности, рассчитанная по формуле

$$S = \frac{10}{H},$$

где количество освещения H выражено в люкс-секундах.

Для определения светочувствительности данного слоя на его характеристической кривой находят точку суммарной плотности $D_0+0{,}85$ и из нее опускают перпендикуляр на шкалу светочувствительности, где читают величину светочувствительности этого слоя.

Коэффициент контрастности (γ) определяют по формуле:

$$\gamma = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta D}{\Delta \lg H}.$$

На графике коэффициент контрастности определяется тангенсом угла, образованного продолжением прямолинейного участка характеристической кривой с осью экспозиций. Для определения значения γ графическим путем из точки O проводят прямую, параллельную прямолинейной части характеристической кривой. Точка пересечения с крайней правой вертикальной линией графика даст величину контрастности в условных единицах.

Максимальная плотность (D_{max}) определяется по характеристической кривой.

Значение плотности вуали (D_0) откладывают на левой вертикальной оси плотностей сенситометрического бланка.

Фотографическую широту (L) получают как разность логарифмов экспозиций, взятых по концам прямолинейного участка характеристической кривой.

Полученные сенситометрические данные заносят в технологический журнал против соответствующего номера эмульсии.

Одновременно эти данные выдают как паспорт вместе со светочувствительными материалами при выдаче их для производственных работ.

11. ВЕДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА И УЧЕТА РАСХОДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

При синтезе фотоэмульсии, изготовлении светочувствительных материалов и их испытании необходимо вести технологический журнал (табл. 2).

В этом журнале должны отражаться основные условия синтеза фотографических эмульсий, полива и сушки фотопластин, результаты сенситометрического контроля, общие количественные (по размерам и пр.) и качественные данные.

Данные технологического журнала позволяют вести наблюдение за ходом работ по отдельным операциям, осуществлять самоконтроль и контроль принятого технологического режима и анализировать весь процесс изготовления фотопластин в текущий и в прошедший период. Ведение такого журнала помогает своевременно принимать меры, улучшающие качество продукции в зависимости от времени года, т. е. когда изменяются климатические условия, температура промывной воды и пр. При помощи технологического журнала можно выбрать тот или иной режим без проведения дополнительных испытаний. Поэтому записи в технологическом журнале должны делаться регулярно, аккуратно. Это является обязательным условием проведения работ.

Кроме технологического журнала при изготовлении фотопластин необходимо вести точный и строгий учет расходуемых материалов (химикалиев), особенно солей серебра. Тут же ведется точный учет количества изготовленных фотопластин по их форматам. Такой учет необходим для того, чтобы правильно планировать работу по изготовлению фотопластин и недопустить простоев в смежных отделениях из-за отсутствия необходимых по формату и фотографической характеристики пластин. На основании учета производится также оплата труда и представляется в соответствующие организации отчет по расходованию дефицитного азотнокислого серебра.

12. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ ФОТОПЛАСТИН

При строгом соблюдении технологического режима синтеза фотоэмульсии, полива, сушки и хранения светочувствительных пластин, при соблюдении чистоты помещения и оборудования случаи дефектов или брака пластин не должны иметь места. Брак или отдельные недостатки пластин бывают в тех случаях, когда исходные материалы не отвечают соответствующим ГОСТам или нарушен технологический режим.

Ниже приводится перечень наиболее часто встречающихся дефектов.

Дефекты синтеза эмульсии

1. Общая вуаль на фотопластинах, политых эмульсией, изготовленной с применением желатины, которая раньше не давала такой вуали.

Причины: неточно взвешены исходные материалы; нарушен порядок эмульсификации; завышена температура первого созревания против заданной по режиму; увеличено время первого созревания против заданного; увеличено время второго созревания против заданного; эмульсия недостаточно промыта; эмульсия промыта излишне (при высокой температуре промывной воды); эмульсия при изготовлении засвечена; эмульсия перед поливом

Таблица 2

Технологический журнал для регистрации режима изготовления фотоэмульсии и фотопластин

Дата	№ эмульсии	Сорт эмульсии	Эмульсир. желатина № серий		I созревание		Промывка			II созревание			Добавки запасных растворов, *мл*						Объем готовой эмульсии, *л*	Фамилия составителя и примечание
			I созревание	II созревание	t°	время	дата	t° воды	время	дата	t°	время	спирт	глицерин	квасцы	сенсибилизатор	стабилизатор	смачиватель		
15/VII	136	п/т	11173	11371	45	15′	16/VII	12	2^{15}	16/VII	45	1 ч	450	45	54	—	18	45	9	Круглов
16/VII	137	штр.	11173	11571	б/с	б/с	17/VII	12	2 ч	17/VII	45	45′	360	54	72	18	22,5	54	9	Кондрашова

Продолжение табл. 2

Количество и формат политых пластинок									Условия сушки			Фамилия исполнителя	Результаты сенситометрических испытаний 1) эмульсии 2) полива пластинок					Фамилия исполнителя
дата	18×18	24×30	30×40	40×50	50×60	60×60	60×70		t° сушки	влажность	время							
17/VII	400						10		27	70	5 ч	Маликов	0,4	1,65	0,01	2,2	1,05	Хорошо
18/VII						22	20		28	70	4,5	Батюк	0,2	6,2	0,01	>3	0,3	Отлично

слишком долго находилась в расплавленном состоянии; завышена температура при плавлении.

2. Общая вуаль, появляющаяся при проявлении на пластинах, политых доброкачественной эмульсией.

Причины: светочувствительные пластины засвечены при поливе или сушке; в помещение для полива или в сушильный шкаф, или в помещение для хранения светочувствительных материалов проникли вредные газы.

3. Желтая или иная цветная вуаль.

Причина: недоброкачественная желатина.

4. Желтая вуаль на пластинах, политых эмульсией, изготовленной на желатине, которая ранее не давала вуали.

Причины: нарушен порядок соединения растворов перед эмульсификацией (желатиновый раствор введен в раствор азотнокислого серебра перед эмульсификацией); пластины политы толстым слоем эмульсии; в эмульсии много иодистого калия; длительное проявление при нормальной температуре; высокая температура проявителя.

5. Произвольная панхроматизация эмульсии.

Причина: использована недоброкачественная желатина.

6. Медленное или неравномерное фиксирование.

Причины: галоидное серебро имеет некоторую структурную особенность; нарушен режим эмульсификации (высокая температура в момент эмульсификации и первого созревания); в светочувствительном слое имеется избыток иодистого серебра; эмульсификация проведена более концентрированными по сравнению с рецептом растворами при меньшей концентрации желатинового раствора.

7. Медленное студенение эмульсии на стекле.

Причины: жидкая эмульсия (возможное разложение желатины под влиянием бактерий); малая концентрация желатины в эмульсии, вызванная применением желатины мягких сортов; высокая температура воздуха в помещении, где производится полив; недостаточное охлаждение политой пластинки.

8. Эмульсия плохо удерживается на подложке.

Причины: отсутствие подслоя; стекло было плохо подготовлено (очищено); подслой нанесен неравномерно.

9. Пятна матовые, резко ограниченные, появляющиеся при проявлении.

Причины: наличие гидролиза желатины и присутствие в ней жира.

10. Пятна светлые, прозрачные, очень мелкие.

Причина: неправильно составлена эмульсия (небрежно проведена эмульсификация, избыток иодистого серебра, перед промывкой эмульсия плохо застуденена).

11. Пятна или точки белые, прозрачные, выявляю-

щиеся в большей или меньшей степени на пластинке при проявлении *.

Причины: пятна могут быть бактериального происхождения, при их появлении необходимо провести дезинфекцию сушильного шкафа и комнаты полива растворами фенола или другими антисептиками, в эмульсию ввести антисептик; грязь и пыль, попавшие на подложку, подслой, действуют десенсибилизирующе на эмульсию, особенно если попала пыль меди, свинца, железа, сажи.

12. Мелкие черные точки, выступающие при проявлении.

Причины: осаждение галоидного серебра в перезревших эмульсиях; попадание ржавчины из водопровода или воздуховодов в эмульсию.

13. Прозрачные белые точки «булавочные уколы».

Причины: наличие в эмульсии воздушных пузырьков. Эмульсия не подвергалась отстаиванию после переливания или смешивания. Для избежания их эмульсию необходимо хорошо отстаивать и в необходимых случаях добавлять этиловый спирт в количестве не более 50 *мл* на 1 *л* эмульсии.

Дефекты полива фотопластин

1. Следы пальцев на эмульсионном слое.

Причина: неаккуратная работа исполнителя.

2. Царапины на поверхности эмульсионного слоя.

Причина: небрежное обращение с пластиной.

3. Края пластинки не политы.

Причина: неправильно выбрана или установлена фильера.

4. Слой эмульсии на стекле имеет разную толщину.

Причины: стекло имеет волнистую поверхность; эмульсия нанесена неравномерно — полосами; быстрое студенение эмульсии на подложке; низкая температура поливаемой эмульсии; излишек дубителя в эмульсии или слишком вязкая эмульсия; перед поливом не отъюстированы нивелирные конусы (винты); слой эмульсии толще к одной из сторон.

5. Затеки эмульсии на обратную сторону стекла.

Причина: фильера больше ширины стекла.

6. Светлые и темные продольные полосы.

Причины: эмульсия плохо отфильтрована; в фильеру попала вода; непостоянная температура и вязкость во всей массе эмульсии.

7. Пятна прозрачные.

Причины: стекло плохо подготовлено и на отдельных участках эмульсия не удерживается.

---

* Пятна бывают различного происхождения, иногда они внезапно появляется при изготовлении некоторых партий пластин и также внезапно исчезают.

Дефекты высушивания

1. Фотопластины одной партии полива имеют различные фотографические свойства.

Причина: различные условия режима сушки пластин.

2. Матовый узор на сухой пластинке. При проявлении таких пластин получаются темные пятна и полосы. Часто середина пластинки имеет вуаль, которой нет по краям.

Причина: неправильное, неравномерное высушивание эмульсионного слоя; медленная сушка пластин; нарушение темепратурного режима и подачи воздуха.

3. Общая вуаль на поверхности слоя, появляющаяся на части пластин одной партии эмульсии.

Причина: попадание в сушильный шкаф вредных газов (сероводород, сернистый газ, окись углерода), паров аммиака и пр.

4. Краевая вуаль.

Причины: недостаточное количество пластификатора в эмульсии, вследствие чего по краям стекла эмульсия образует более тонкий слой; быстрое высыхание эмульсии по краям пластины по сравнению с серединой.

5. Стекание эмульсии со стекла.

Причины: пластина была помещена в сушильный шкаф с недостаточно застуденненной эмульсией; вначале сушки пластин температура была повышенная по сравнению с режимной.

6. Образование точек и загрязнений на поверхности эмульсионного слоя.

Причины: эмульсия не была отфильтрована; загрязнены или не надежны фильтры для очистки воздуха, пыль попадает на пластины во время сушки.

13. УПАКОВКА И ХРАНЕНИЕ ФОТОПЛАСТИН

Проверенные и отсортированные фотоматериалы подлежат упаковке, маркировке и хранению.

Фотопластинки размером до 24×30 *см* целесообразно складывать попарно эмульсионной стороной друг к другу и по 10—12 штук завертывать в черную светонепроницаемую бумагу, а затем помещать в плотные коробки. На каждой коробке должны быть проставлены паспортные данные: назначение пластинок (для штриховых, диапозитивных, полутоновых и пр. работ), размер, номер эмульсии, светочувствительность *(S)*, коэффициент контрастности (γ), плотность вуали (D_0), максимальная плотность (D_{max}), фотографическая широта *(L)* и дата изготовления. Эти данные можно проставить на заранее заготовленные этикетки.

Фотопластины больших размеров помещают также попарно, эмульсия к эмульсии, и в вертикальном положении ставят их в шкаф для хранения или в специальные ящики — тележки, удобные для транспортировки. На каждой фотопластине большого

формата должна быть проставлена маркировка — обычно это номер, под которым партия эмульсии и ее сенситометрические данные зарегистрированы в технологическом журнале.

В тех случаях, когда фотопластины предназначены для длительного хранения, их помещают в шкаф в определенном порядке по размерам и фотографическим данным в специально приспособленном помещении (см. рис. 4, комн. 5), где температурные колебания не должны выходить за пределы +12— +20°С.

Относительная влажность воздуха в помещении, где хранятся пластины, может колебаться в пределах 50—65%. Фотопластины нельзя хранить вблизи водопроводных установок и трубопроводов, отопительных приборов, их необходимо защищать от прямых солнечных лучей.

В помещение не должны проникать вредные газы (аммиак, сероводород, сернистый газ, окись углерода и др.), а также пары керосина, бензина, скипидара, ртути и пр., так как они могут вызвать порчу светочувствительных пластин.

При хранении необходимо оберегать от механических повреждений как эмульсионный слой, так и основу. Помещение должно иметь вентиляцию и систематически проветриваться.

При выдаче готовых фотопластин для работы к ним обязательно прилагается паспорт с результатами сенситометрического контроля.

Глава II

ИЗГОТОВЛЕНИЕ НЕГАТИВОВ

1. ПОМЕЩЕНИЕ ФОТООТДЕЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НЕМУ

При изготовлении негативов на сухих фотослоях помещение играет немаловажную роль в деле научной организации труда и обеспечения должного качества выполняемых работ.

Как уже указывалось, репродукционные процессы целесообразно располагать вблизи от процессов изготовления светочувствительных пластин. Это особенно важно при использованиях больших по форматам и тяжелых фотопластин для картографических целей.

Планировка помещения должна обеспечивать поточность операций, т. е. не допускать встречных движений исполнителей и продукции. Площадь, а также высота помещений фотоотделения определяется в зависимости от объема работ, вида фоторепродукционного оборудования, его габаритов и существующих санитарно-производственных норм. Так, например, помещение, предназначенное для репродукционных работ на картографических фабриках, где применяют фотоаппараты с размером матового стекла 1250××1250 *мм*, должно иметь высоту не менее 4,0 *м*. Для других видов работ, где репродукционные фотоаппараты меньших размеров, высота помещения может быть соответственно меньше.

Так как сухие фотографические слои чувствительны к изменению влажности, температуры, наличию вредных паров и газов, к пыли, помещение для репродукционных работ должно быть сухим, с хорошей приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей поддержание температуры в пределах 18—22° С и относительной влажностью 50—65%.

Полы должны быть покрыты хорошо моющимся материалом как, например, керамической плиткой или пластиком — в лабораториях, линолеумом или пластиком — в павильонах. Стены и потолки следует окрашивать в светлые тона масляной краской с матовой поверхностью.

Помещение для фоторепродукционных работ должно состоять из: фотопавильона (светлого), темной и светлой лабораторий.

Освещение в темной лаборатории, на рабочих местах и общее должно быть неактиничным и рассеянным. Оно не должно действовать на светочувствительный материал, но должно быть достаточно светлым для производства работ и перемещения исполнителя по лаборатории.

При выборе лабораторных светофильтров для неактиничного освещения необходимо: исходить из того, на каких светочувствительных слоях производится работа. В зависимости от цветочувствительности фотографических материалов применяются различные светофильтры.

Таблица 3

Наименование светочувствительного материала	Цвет светофильтра
Насенсибилизированные низкой светочувствительности	Зеленовато-желтый
Ортохроматические низкой светочувствительности	Светло-красный или красно-оранжевый
Ортохроматические высокой светочувствительности	Красный
Изоортохроматические высокой светочувствительности	Темно-красный (рубиновый)
Панхроматические низкой светочувствительности	Зеленый
Панхроматические высокой светочувствительности	Темно-зеленый
Изопанхроматические	При полной темноте

Примечание. В лабораторных фонарях местного освещения допускается применение электроламп мощностью от 15—45 *вт* при расстоянии от освещаемой поверхности 0,75—1 *м* для стеклянных фильтров, окрашенных в массе, и от 15 до 25 *вт* для желатиновых фильтров.

Наиболее удобной арматурой для неактиничного освещения является СОМ-200 с окрашенным в массе в красный цвет стеклом и покрытое колпаком из опалового молочного стекла или без колпака, но с матовой или молочной лампочкой 15—45 *вт*. Кроме того, в темной лаборатории необходимо обычное освещение, при котором производится уборка и другие работы, не связанные со светочувствительным материалом. Каждый источник света должен иметь самостоятельный выключатель.

Светлые лаборатории должны иметь естественное освещение и искусственное, рассеянное, общее и непосредственно на рабочих местах.

2. ОБОРУДОВАНИЕ ФОТООТДЕЛЕНИЯ

Фотоотделение должно быть оснащено соответствующим оборудованием и приспособлениями, необходимыми для правильной организации рабочего места. К основному оборудованию фотоотделения следует отнести:

1) фоторепродукционный аппарат с наборами оптики растров, набором принадлежностей и приспособлений для картографических, фотограмметрических и других работ;

2) мойки, оборудованные водопроводными кранами и сточной канализацией, изготовленные из материала, устойчивого к химическим реагентам;

3) качающиеся кюветы разных размеров для обработки негативов или специальные установки, позволяющие автоматически поддерживать заданный режим;

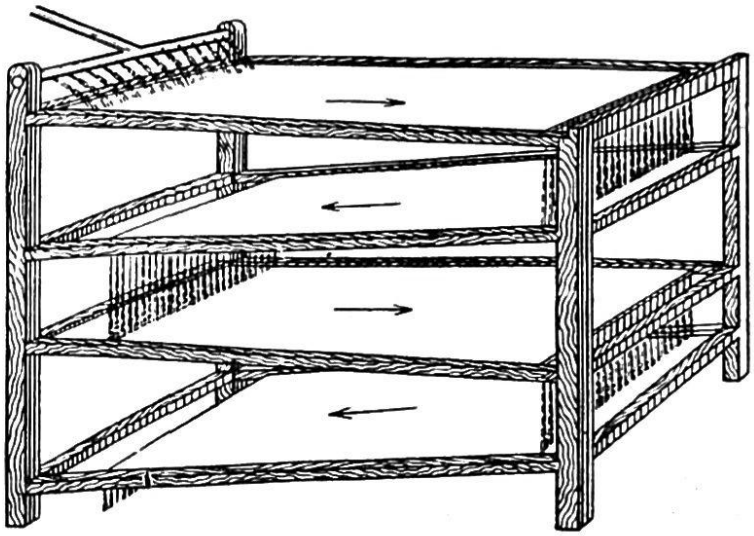

Рис. 32. Каскадный промывной станок

4) каскадный промывной станок для негативов, изготовленных на стекле (см. рис. 32);

5) лабораторные и рабочие столы для просмотра негативов в проходящем и отраженном свете и измерения размеров негативов;

6) шкафы для сушки негативов с подогревом и вентиляцией (см. рис. 24);

7) шкафы или ящики на роликах для хранения фотопластин;

8) шкаф для хранения оптики;

9) шкаф-сейф для хранения оригиналов.

Технические требования к фоторепродукционному аппарату. Для аэрогеодезических предприятий и картографических фабрик целесообразно иметь фоторепродукционные аппараты совершенных

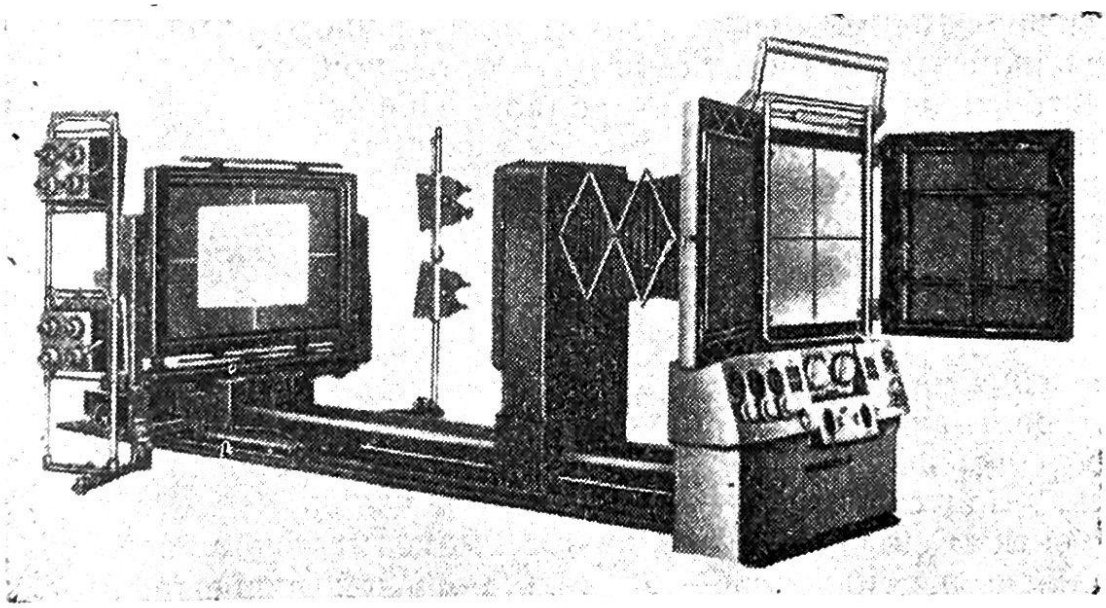

Рис. 33. Фоторепродукционный аппарат с автоматизацией управления

моделей с максимальной механизацией и автоматизацией управления фотографическими операциями. На рис. 33 показан один из таких аппаратов. Конструкция аппарата должна быть рассчитана на фотографирование оригиналов в различных масштабах; объективная часть камеры должна обеспечивать легкую доступность для смены объектива и установки зеркала-призмы для получения на негативе прямого изображения (у аппаратов современной конструкции установлены специальные оборачивающие устройства, исключающие поворот камеры), фотоаппарат должен быть снабжен приборами для точной дозировки экспозиций.

Экран фотоаппарата или его кассетная часть должны иметь регулировочные винты для трансформирования изображения при вгонке его в заданные размеры.

Штатив репродукционного аппарата должен иметь специальные амортизаторы, исключающие нерезкость изображения вследствие возможных вибраций.

По конструкции репродукционные аппараты разделяют на горизонтальные и вертикальные.

Горизонтальные фотоаппараты могут иметь нижние или верхние штативы. В первом случае их устанавливают на полу, во втором подвешивают к потолку или к специальным устройствам.

Подвесные репродукционные аппараты удобны в эксплуатации, особенно при изготовлении негативов больших размеров для картографических целей. Однако следует учитывать, что они имеют несколько большую вибрацию, чем напольные аппараты, что может отражаться на качестве изображения негативов.

Вертикальные репродукционные аппараты для картографических и фотограмметрических работ не применяются, но использование возможно.

Горизонтальные репродукционные аппараты больших размеров могут быть одно- и двухкомнатные. Двухкомнатные аппараты устанавливают таким образом, чтобы задняя часть камеры и кассета находились в темной комнате, отделенной от светлой стеной или светонепроницаемой перегородкой. Передняя часть камеры с объективом, экраном и источниками освещения должна находиться в светлой комнате.

Репродукционные аппараты двухкомнатного типа широко применяются в аэрогеодезическом и картографическом производстве, так как они удобны в работе (в частности, исключают применение громоздких кассет) и обеспечивают бóльшую точность размеров изображения на негативах.

Фоторепродукционные аппараты должны быть снабжены комплектом совершенных объективов, отвечающих требованиям воспроизведения картографического изображения.

Объективы должны обеспечивать максимальную резкость по всему полю изображения, обладать большой разрешающей способностью и давать минимальное падение освещенности на краях передаваемого им изображения.

Для репродукцирования картографических оригиналов применяют объективы типа анастигмат, апохромат, в которых достигнуто хорошее качество изображения.

Для оценки качества объектива учитывают: тип объектива, величину главного фокусного расстояния, светосилу и относительное отверстие, угол поля зрения и угол поля изображения, разрешающую способность. Характеристика фотографических объективов достаточно подробно изложена в специальной и фотографической литературе, поэтому здесь приводятся только основные их показатели.

Главным фокусным расстоянием называется расстояние от оптического центра объектива до его главного фокуса. Эта одна из основных характеристик объектива, от которой зависит возможная кратность уменьшения или увеличения получаемого изображения.

Для аэрогеодезических и картографических работ применяются объективы с фокусными расстояниями *(F)* 30, 45, 60, 75, 90 и 120 *см*.

В случае получения на данном фотоаппарате изображения с увеличением необходимо применять объектив с большим фокусным расстоянием, а при большом уменьшении — с меньшим фокусным расстоянием.

При выборе объектива кроме величины фокусного расстояния необходимо учитывать и другие его характеристики: относительное отверстие, светосилу, угол зрения и разрешающую способность, а также максимальную возможность растяжения и сжатия меха камеры данного фоторепродукционного аппарата.

Относительное отверстие $\left(\frac{D}{F}\right)$ объектива характеризует способность передавать изображение на светочувствительный слой с большей или меньшей степенью яркости.

Светосилой объектива $\left(\frac{D}{F}\right)^2$ принято называть его способность создавать определенную яркость освещения в плоскости светочувствительного материала.

Для уменьшения действующего отверстия объектива (т. е. для изменения диаметра входного отверстия объектива) служат диафрагмы, которые могут быть ирисовыми или вставными (разной конфигурации). Из пучка света, попадающего на объектив, диафрагма отрезает краевые лучи, которые претерпевают наибольшие искажения. Поэтому диафрагмирование объектива обеспечивает большую четкость изображения, т. е. большую точность передачи фотографируемого объекта, хотя и уменьшает при этом действующее отверстие объектива, а вследствие этого, и его светосилу, что требует увеличения выдержки при фотографировании.

Объектив дает изображение в виде круга (поле зрения), освещенного сильнее по центру и меньше к краям.

Центральная часть круга, где освещенность более равномерна, используется для фотографирования и называется полем изображения.

Углом зрения объектива называется угол, составленный прямыми, соединяющими центр объектива с крайними точками поля зрения.

Углом изображения объектива называется угол, образованный прямыми, соединяющими центр объектива с крайними точками поля изображения. Угол изображения всегда меньше угла зрения объектива.

Величину угла поля зрения всегда указывают в паспорте объектива. Репродукционные объективы имеют поле зрения около 50°, так как падение освещенности к краям в объективах с большим углом зрения отрицательно сказывается на репродукционной фотографии.

Разрешающая способность является весьма важной характеристикой репродукционного объектива и исчисляется максимальным количеством линий, раздельно изображаемых данным объективом на протяжении 1 *мм* плоскости изображения (при фотографировании тест-объекта — миры).

Разрешающая способность, полученная путем фотографирования миры, будет являться разрешающей способностью системы объектив — светочувствительный слой.

У хороших современных объективов разрешающая способность может достигать более 150 линий на 1 *мм*. Но в любом объективе она по центру больше, чем по краям.

Объективы, применяемые для репродукционных работ в геодезических и картографических предприятиях, должны иметь:

1) величину фокусного расстояния, близкую к длине диагонали или большей стороне максимального формата пластины (для данного аппарата);

2) светосилу не ниже 1 : 12;

3) разрешающую способность в центре поля изображения не ниже 45 *мин/мм;*

4) объектив должен быть практически свободен от аберраций.

Источники света, применяемые на фоторепродукционных аппаратах. При фоторепродукционных съемках на сухих фотослоях особое значение приобретают источники освещения. От их числа, размещения, спектральной характеристики и актиничности по отношению к светочувствительным слоям, на которых производится фотографирование, в значительной степени будет зависеть качество воспроизведения оригинала. Нормальный фотографический источник света должен обладать цветовой температурой 5000° К. Это соответствует примерно среднему излучению солнечного света.

По характеру излучения света осветители, применяемые для репродукционных целей, делятся на четыре группы: газосветные и люминесцентные лампы; дуговые фонари; лампы накаливания;

источники смешанного типа, основанные на сочетании газосветных и люминисцентных ламп.

Газосветные и люминисцентные лампы имеют малую яркость и дают относительно низкую освещенность оригинала. Они обладают рядом недостатков: имеют линейчатый спектр, излучают голубовато-зеленый свет, требуют относительно длительного установления стабильности режима и пр. Дуговые фонари, хотя и имеют относительно ровное распределение энергии по спектру, но их линейчатый характер спектра будет вызывать некоторые потери в цветопередаче оригинала. Следует помнить, что спектральная характеристика дуговой лампы нестабильна, так как при горении она дает значительные колебания мощности светового потока. Кроме того, дуговые фонари неудобны в эксплуатации: они требуют частой регулировки и выделяют во время горения значительное количество углеродной пыли, угарного газа, тепла и опасны в пожарном отношении. Но все же они в ряде случаев применяются как наиболее актиничные источники света. В настоящее время они не отвечают всем требованиям репродукционной техники.

Лампы накаливания имеют небольшую актиничность. Их излучение относится главным образом к желтой и красной части видимого спектра. Лампы накаливания вполне пригодны для съемки черно-белых полутоновых и штриховых оригиналов на галоидно-серебряных слоях, но не могут быть рекомендованы для фотографирования красочных оригиналов. Для фотографирования черно-белых оригиналов могут быть использованы лампы ЗН — зеркальные осветительные, КПЖ — прожекторные, К-127 осветительные, все они удобны в эксплуатации.

Современные осветительные устройства с ксеноновыми лампами имеют ряд преимуществ по сравнению с другими источниками света и в настоящее время находят широкое применение. Газоразрядные ксеноновые лампы представляют собой толстостенный балон из кварцевого стекла с впаенными в него на небольшом расстоянии друг от друга вольфрамовыми электродами. К числу достоинств этих ламп следует отнести высокую яркость, стабильность, простоту обслуживания, независимость спектрального состава от электрического режима (почти мгновенно достигается полная яркость газового разряда).

Лучистая энергия ксеноновых ламп в пределах видимой части спектра (длина волн 400—700 *ммк*), дает возможность получать высококачественное однокрасочное изображение с очень малой экспозицией. В процессе эксплуатации они не выделяют вредных газов и пыли, хотя теплоотдача у них большая. Отечественная промышленность выпускает ксеноновые лампы постоянного тока мощностью 1000 и 3000 *вт* и переменного тока 1000 *вт*, а также специальные осветительные устройства.

В зависимости от размеров фотографируемых оригиналов применяют два, четыре и более источника света.

Источники света должны быть расположены таким образом, чтобы были соблюдены следующие условия:

1) разница между максимальной и минимальной освещенностью оригинала не должна превышать 25%, в противном случае градационная передача изображения будет искажена;

2) края оригинала должны быть освещены на 5—10% больше середины, так как количество света, прошедшего через объектив, на краях светочувствительных пластин всегда будет меньше, чем в центре;

3) расположение светильников должно исключать возможность попадания зеркально отраженного света в объектив, в противном случае на негативе получатся блики;

4) угол межлу лучом, падающим на наиболее отдаленный край оригиналодержателя, и его плоскостью не должен превышать 45°. Лучи, падающие под углом более 45°, отражаются от стекла оригиналодержателя, не освещая оригинал;

5) источники света должны быть расположены симметрично относительно оптической оси объектива, а также вертикальной и горизонтальной осям оригиналодержателя;

6) источники света должны быть расположены возможно ближе к оригиналодержателю, это значительно сокращает экспонирование и улучшает качество негативов; при больших оригиналах, добиваясь равномерной освещенности оригинала, источники света отодвигают от оригиналодержателя.

При фоторепродуцировании возможно появление рефлексов на негативе, что имеет место при репродуцировании оригиналов, выполненных на фото и других бумагах с глянцевой поверхностью. Рефлексы отражения должны быть удалены полностью, что достигается регулировкой освещения. Если оригинал выполнен на кальке, то под него подкладывают бумаги с матовой поверхностью.

Освещенность оригинала измеряется люксметром. При отсутствии люксметра примерную равномерность освещенности можно проверить при помощи карандаша или палочки, поставленной перпендикулярно к стеклу экрана в точке пересечения диагоналей. При равномерной освещенности тени от палочки должны быть одинаковой плотности и длины.

Для дозирования количества действующего света применяют экспозиметры, «визоматы» и пр.

3. ТЕХНИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТРИХОВЫХ И ПОЛУТОНОВЫХ ОРИГИНАЛОВ

Подготовка фотоаппарата. Перед началом работы фотограф должен внимательно ознакомиться с дневным заданием и требованиями к предстоящей работе, затем приступить к подготовке фотоаппарата для фотографирования указанных в задании оригиналов.

Подготовка фотоаппарата заключается: а) в соответствующей установке аппарата для получения на матовом стекле прямого или

зеркального изображения; б) в выборе объектива; в) в проверке взаимодействия узлов; г) в укреплении оригинала в оригиналодержателе; д) в определении масштаба фотографирования; е) в определении величины растяжения камеры для обеспечения заданного масштаба фотографирования; ж) в регулировании освещенности оригинала; з) в наводке на резкость и вгонке изображения в заданные размеры; и) в установке соответствующей диафрагмы.

Если заданием предусмотрено получение негатива с прямым изображением, то фотографирование производится с призмой (оборачивающим зеркалом). Призма (или зеркало) монтируется на специальной доске, которая вставляется в переднюю часть камеры вместо объективной доски. На передней части коробки призмы укрепляется объектив. Плоскости экрана и светочувствительной пластинки устанавливается в строго перпендикулярное положение путем соответствующего поворота камеры фотоаппарата (на 90°). Плоскость экрана смещается в сторону от своего нормального положения и устанавливается с таким расчетом, чтобы все изображение оригинала попало в поле изображения объектива. В некоторых аппаратах предусмотрен поворот камеры на 45° с одновременным поворотом плоскости экрана тоже на 45°. Это требует меньшей площади помещения, чем разворот одной камеры на 90°.

Как правило, работа на фотоаппарате производится с одним объективом и меняют его лишь в случае значительного уменьшения или увеличения, или при фотографировании с призмой.

Выбранный объектив закрепляют в фотокамере и, передвигая экран в стороны, центрируют по нему укрепленный на нем оригинал. В фотоаппаратах с неподвижным экраном перемещают объектив.

При проверке взаимодействия узлов и основных положений фотоаппарата необходимо обращать внимание на строгую параллельность (или перпендикулярность) плоскостей экрана и светочувствительной пластины, так как от этого будет зависеть точность получаемого изображения.

Оригинал кладут на стекло пневматического оригиналодержателя (экрана), центрируют его так, чтобы середина оригинала (пересечение диагоналей) была расположена против центра отверстия объектива, а стороны не имели недопустимого перекоса. Рядом с полутоновым оригиналом помещают контрольную тоновую шкалу с количеством оптических полей не менее 10. При фотографировании цветных оригиналов помещают рядом с оригиналом контрольную цветную шкалу. Оригинал должен быть плотно, но без деформации, прижат к стеклу экрана при помощи вакуум-насоса. Разряженность вакуума должна составлять 0,5—0,7 *атм*. Прижимное стекло экрана предварительно должно быть тщательно очищено от грязи и пыли.

Оригиналы, имеющие различную толщину по краям или в середине, укладывать в пневматический экран не следует, так как от этого может лопнуть стекло.

Экран, объективную и кассетную части аппарата устанавливают в исходное положение, пользуясь отметками на шкалах фиксаторов для обеспечения их параллельности.

Если при поступлении оригинала не был задан коэффициент уменьшения или увеличения фотографирования, а дано только указание, касающееся масштаба, в котором должен быть сфотографирован оригинал, коэффициент уменьшения или увеличения вычисляют математически, путем деления знаменателя численного масштаба оригинала на знаменатель заданного масштаба фотографирования. После получения коэффициента уменьшения (или увеличения) определяют соответственно требуемую величину растяжения камеры и расстояние от объектива до экрана, пользуясь для этого соответствующими таблицами для тех или иных фотоаппаратов. Затем, перемещая камеру вдоль штатива вперед или назад, добиваются появления на матовом стекле резкого изображения, размеры которого выдержаны в необходимом масштабе. Объектив при этом не следует диафрагмировать.

На фоторепродукционных аппаратах современной конструкции (см. рис. 33) все управление фотоаппаратом, за исключением установки оригинала, сосредоточены в кассетной части. Отсюда исполнитель может менять объектив, устанавливать изображение в заданный масштаб, получать резкое изображение, центрировать его, устанавливать соответствующие светофильтры, диафрагмы, включать источники света, открывать объектив и т. д.

Камеру в установленном положении закрепляют стопорным винтом. Затем проверяют равномерность освещения оригинала и переходят к проверке соответствия размеров изображения с заданными.

Измерение изображения производят при помощи измерительной линейки со скошенным краем, на которой нанесены деления с интервалом 0,2 *мм*. Точность отсчета по такой линейке $\pm 0{,}1$ *мм*. Отсчет по линейке проводят таким образом, чтобы глаз наблюдателя располагался возможно точно против измеряемого участка и был направлен строго перпендикулярно к изображению на матовом стекле. В противном случае измерения будут неточными. Промеры следует производить, как правило, по четырем сторонам и двум диагоналям изображения. Незначительные расхождения в размерах отдельных сторон изображения исправляют при помощи наклона углов оригиналодержателя или кассетной части в ту или иную сторону. Резкость при этом должна быть проверена по всему полю изображения при помощи лупы с шести — восьмикратным увеличением. При репродуцировании цветных оригиналов наводку на резкость и установку размеров изображения проводят с надетым на объектив светофильтром. После установки размеров объектив диафрагмируют и закрывают крышкой.

Если кассетная часть фотоаппарата находится в затемненном помещении (двухкомнатный репродукционный аппарат), то после получения заданного изображения на матовом стекле стекло уби-

рают и взамен его помещают фотопластину или фотопленку, укрепленную при помощи вакуумного устройства или стекла с липким слоем. Для закрепления фотопленки на липком стекле ее кладут противоореольным слоем к стеклу и плотно прикатывают резиновым валиком или осторожно приглаживают чистым фланелевым тампоном.

При применении однокомнатного репродукционного фотоаппарата зарядку кассеты и удаление из нее пластин всегда следует производить на отведенном для этого месте в темной лаборатории при неактиничном освещении.

Перед началом работы с новым светочувствительным материалом необходимо проверить все светофильтры неактиничного освещения в темной лаборатории на их актиничность к данному светочувствительному материалу. Для этого образцы фотопластинок или фотопленок подвергают действию света от лабораторного фонаря, экранизированного испытываемым фильтром, в течение 10—12 *мин* на расстоянии 25—30 *см*. Светофильтр считается годным для данного светочувствительного материала, если после 6 *мин* проявления на пластине не будет наблюдаться даже слабого засвечивания.

В случаях применения для фотолабораторного неактиничного освещения желатиновых светофильтров их периодически необходимо проверять на актиничность, так как от действия тепла, света и влаги они со временем изменяют зону пропускания света.

Требования к оригиналам. Качество негативов зависит не только от соблюдения определенной технологии их изготовления, но в значительной степени и от оригиналов. Поэтому к оригиналам должны быть предъявлены соответствующие технические требования, обеспечивающие их качественное воспроизведение. Оригиналы подразделяются на штриховые, полутоновые, комбинированные (штриховые и полутоновые), черно-белые и цветные.

Штриховые черно-белые оригиналы должны быть выполнены тушью на белой матовой ватманской бумаге (допускается слабо голубоватый или синеватый оттенок) или на прозрачных и непрозрачных (белых) пластиках. Бумага должна быть хорошо проклеена и не давать расплывчатых штрихов. Штриховые многоцветные оригиналы могут быть выполнены черной, коричневой, зеленой неактиничной тушью или акварельной краской. Черные цвета не должны иметь голубого или синеватого оттенков, коричневые — пурпурных оттенков, а заленые не должны иметь синего или голубого оттенка. Отдельные элементы оригинала, не подлежащие воспроизведению (например, синяя фотокопия, по которой произведено черчение), должны быть нанесены актиничными чисто фиолетовыми или голубыми без зеленоватого или желтого оттенка красками. Тушь и краски, которыми вычерчивают оригиналы, должны быть матовыми и не давать бликов при фотографировании.

Все элементы изображения, независимо от их толщины, должны быть резкими, с четкими краями штрихов, хорошо налитыми,

без просветов и разрывов. Плотность покрытия тушью или краской должна быть одинаковой как в тонких линиях, так и в толстых штрихах и заливках. Тушь и краски должны иметь прочное сцепление с бумагой.

Толщина линий — штриха и интервал между штрихами — должна выдерживаться с учетом коэффициента уменьшения. Самая тонкая линия, уменьшенная при фотографировании, должна иметь толщину не менее 0,07 *мм*, а промежуток между штрихами должен быть равен двойной величине толщины штриха. На оригиналах, в пределах площади изображения, не должно быть никаких пометок, пятен, повреждений, рельефов от подписей, перегибов и морщин основы оригинала. Выскабливание (подчистка) не должно производиться грубо, так как это скажется на качестве фотографического изображения.

Фотонаборные наклейки на оригинале (цифры, подписи, условные знаки и пр.) должны быть четкими, выполненными черным цветом на белой матовой или полуматовой бумаге без оттенков. Срезы на наклейках не должны давать теней при освещении во время фотографирования. Кроме того, они должны быть наклеены бесцветным, не оставляющим пятен клеем.

Полутоновые оригиналы — оригиналы отмывки, мозаичные фотопланы, фотосхемы могут быть изготовлены на ватмане, полуватмане, на белой, матовой, глянцевой или полуматовой фотобумаге. Изображение должно быть резким, с хорошей проработкой деталей, с четким переходом от ярких светов до глубоких теней. Для определения интервала плотностей используют серую ступенчатую шкалу.

Полутоновые, штриховые и другие оригиналы могут быть изготовлены как на жесткой, так и на мягкой основе. Оригиналы, изготовленные на мягкой основе, не должны складываться, так как от изгибов остается след на полученном изображении.

В зависимости от назначения оригинала, задания и масштаба репродуцирования допуски в размерах рамок могут быть различными.

При изготовлении оригиналов необходимо помнить, что сложные штриховые оригиналы, имеющие толщину линий 0,1 *мм* и интервалы между ними равные 0,2 *мм*, могут быть уменьшены не более, чем в два раза.

Требования, предъявляемые к картографическим оригиналам, должны хорошо знать как специалисты фотопроцессов, так и специалисты топографы, картографы и другие исполнители, которые непосредственно занимаются изготовлением оригиналов.

Все оригиналы перед съемкой должны быть внимательно просмотрены бригадиром или мастером, а также исполнителем для определения их пригодности к фотографированию.

Выбор фотографического материала. Оригиналы, подлежащие фотографированию, прежде всего следует рассортировать по их типичности. Например, черно-белые оригиналы — по масштабам,

цветные — по количеству красок или характеру цветного изображения. Это позволяет наиболее правильно подобрать различный негативный фотоматериал с целью обеспечения наиболее качественного изготовления негативов.

При репродукционных работах высокая светочувствительность фотографического слоя существенной роли не играет. Поэтому в ряде случаев следует подбирать менее светочувствительные фотографические материалы, так как они имеют лучшую структуру и дают менее зернистое изображение.

Негативный фотоматериал в зависимости от характера оригинала и технических требований к изготовляемому негативу следует подбирать с таким расчетом, чтобы фотографическая широта выбранного фотоматериала несколько превышала интервал яркостей оригинала.

Штриховые черно-белые оригиналы фотографируют на наиболее контрастных несенсибилизированных фотоматериалах с малой широтой и низкой светочувствительностью (S от 0,1 до 1 ед. ГОСТ) с коэффициентом контрастности (γ) от 5 и выше, с оптической плотностью вуали (D_0), не превышающей 0,03 и разрешающей способностью не менее 120 *лин/мм*.

Полутоновые черно-белые оригиналы можно фотографировать на мягких, нормальных и контрастных (в случаях прямой растровой съемки) несенсибилизированных фотоматериалах с фотографической широтой не менее 0,9, с малой и средней светочувствительностью, с коэффициентом контрастности для относительно контрастных оригиналов от 1 до 1,6, для малоконтрастных оригиналов от 1,7 и выше.

Цветные оригиналы фотографируют на соответствующие по цветочувствительности фотоматериалы с применением соответствующих светофильтров для избирательного пропускания заданных волн света при фотографировании.

Фотослой, на который производится съемка, должен быть во всех случаях чувствительным к области спектра, которую пропускает светофильтр.

При необходимости с многоцветного оригинала получить на позитиве элементы только одного цвета при фотографировании применяют дополнительный по цвету светофильтр к воспроизводимому цвету; например, к красному — зеленый, к желтому — синий. Если же поставлена задача исключить на негативе тот или иной цветной элемент оригинала, например синий фон, то для этого применяется светофильтр одного цвета с исключаемым элементом — синий светофильтр.

При выборе фотоматериала и светофильтра для фотографирования цветных оригиналов следует руководствоваться табл. 4.

Различные фотографические слои имеют свои зоны цветочувствительности. Так, несенсибилизированные пластины чувствительны в части синих и сине-фиолетовых лучей спектра — до 520 *нм*. Эта зона естественной чувствительности галоидных солей

Таблица 4

Изготовление черно-белых негативов с цветных оригиналов

Цвет изображения на оригинале	Светочувствительный материал	Светофильтр
1	2	3
а) Воспроизведение цветных элементов оригинала		
Красный	Панхроматический, изопанхроматический, ортохроматический, изоортохроматический	Зеленый
	Несенсибилизированный	Без светофильтра
Оранжевый	Панхроматический, изопанхроматический, ортохроматический, изоортохроматический	Зеленый или синий
	Несенсибилизированный	Без светофильтра
Желтый	Панхроматический, изопанхроматический, ортохроматический, изоортохроматический	Синий
	Несенсибилизированный	Синий или без светофильтра
Желто-зеленый	Панхроматический, изопанхроматический, ортохроматический, изоортохроматический	Синий
Зеленый	Несенсибилизированный	Без светофильтра или синий
Зелено-синий	Панхроматический, изопанхроматический	Красный
Синий	Панхроматический, изопанхроматический	Красный или оранжевый
	Ортохроматический, изоортохроматический	Желтый или оранжевый
Фиолетовый	Пахроматический, изопанхроматический	Зеленый
	Ортохроматический, изоортохроматический	Темно-желтый
б) Исключение цветных элементов оригинала		
Красный, оранжевый, желтый	Панхроматический, изопанхроматический	Красный или оранжевый
Желтый	Ортохроматический, изоортохроматический	Желтый или оранжевый
Желто-зеленый	Панхроматический, изопанхроматический	Зеленый
	Ортохроматический, изоортохроматический	Зеленый или желтый
Зеленый	Панхроматический, изопанхроматический	Зеленый
	Ортохроматический, изоортохроматический	Зеленый или желтый
Зелено-синий	Панхроматический, изопанхроматический	Синий или зеленый
	Ортохроматический, изоортохроматический	Синий или зеленый
Синий	Панхроматический, изопанхроматический, ортохроматический, изоортохроматический	Синий

Продолжение табл. 4

Цвет изображения на оригинале	Светочувствительный материал	Светофильтр
1	2	3
Фиолетовый	Несенсибилизированный	Без светофильтра или синий
	Панхроматический, изопанхроматический, ортохроматический, изоортохроматический	Синий
	Несенсибилизированный	Без светофильтра или синий

серебра. Ортохроматические пластины чувствительны к синим, сине-фиолетовым и зеленым лучам спектра — до 580 *нм*. Панхроматические чувствительны к синим, сине-фиолетовым, зеленым и красным — до 700 *нм*. Однако зеленую и сине-зеленую часть спектра они передают неправильно, так как в области 490-520 *нм* имеют пониженную чувствительность. Изопанхроматические — почти равномерно чувствительны ко всему видимому спектру — до 670 *нм*.

Для правильного выбора светофильтров при фотографировании цветных оригиналов следует пользоваться имеющимися каталогами зон поглощения и пропускания светофильтров.

При определении экспозиции для съемки цветных оригиналов со светофильтрами необходимо учитывать, что она должна быть больше, чем при съемке без светофильтров.

Определение величины выдержки и экспонирование. После того, как фотоаппарат подготовлен к работе, выбраны светочувствительные материалы и заряжена кассета приступают к определению величины выдержки (времени освещения). Продолжительность времени освещения оригинала находится в зависимости от ряда факторов, а именно: степени освещенности оригинала, характера оригинала, его отражательной способности и интервала яркости, степени диафрагмирования объектива, масштаба фотографирования (коэффициента уменьшения или увеличения), светочувствительности фотоматериала и его широты.

Более всего ошибок в определении правильной выдержки возникает при изменении масштаба фотографирования и применении различных диафрагм. С получением каждой новой партии фотопластин выдержку определяют опытным путем, с учетом сенситометрической характеристики, указанной в паспорте. Для пробы используют малоформатные фотопластинки, политые эмульсией той же партии, что и рабочие пластины.

На пробной пластинке делают ступенчатую экспозицию с типового штрихового оригинала или серой десятипольной шкалы для нормальных полутоновых оригиналов, перекрывая пластинку светонепроницаемым материалом (пластиком картоном), или вы-

двигая шторку кассеты на равное расстояние на одно и то же время. В результате будет получена шкала возрастающих экспозиций. Экспонированную таким образом пластинку проявляют и на полученном негативе определяют участок с оптимальной выдержкой, которую и берут за основу.

Пробное фотографирование следует производить в масштабе 1 : 1. Затем, используя данные табл. 5, выведенные опытным путем определяют выдержку для заданного масштаба уменьшения или увеличения, путем умножения оптимальной выдержки при фотографировании оригинала в натуру (1 : 1) на соответствующий уменьшению (или увеличению) коэффициент изменения выдержки.

Таблица 5

Определение выдержек при различных коэффициентах уменьшения и увеличения съемки оригиналов

Коэффициенты			
уменьшения	изменения выдержки	увеличения	изменения выдержки
1	2	3	4
1,000	1,00	1,00	1,00
0,830	0,91	1,20	1,00
0,800	0,84	1,25	1,21
0,770	0,78	1,30	1,32
0,715	0,72	1,40	1,44
0,660	0,69	1,50	1,55
0,625	0,66	1,60	1,68
0,55	0,61	1,8	1,96
0,5	0,56	2,0	2,25
0,4	0,49	2,5	3,06
0,33	0,44	3,0	4,0
0,2	0,36	5,0	9,0
0,1	0,3	10,0	30,25

При работе на фотопластинах собственного изготовления, имеющих сенситометрические характеристики, производить пробные экспозиции не нужно. В этом случае, основываясь на сенситометрических данных и конкретных условиях работы данного предприятия, цеха, целесообразно составить соответствующую таблицу экспозиций.

Определив тем или иным способом величину выдержки, приступают к экспонированию, пользуясь для измерения времени освещенности оригинала секундомером или экспозиметром. Современные репродукционные фотоаппараты снабжены автоматическими светодозирующими приборами, по которым и устанавливается необходимая экспозиция. По окончании источник света отключается автоматически.

Проэкспонированная фотопластина подлежит проявлению.

Проявление и фиксирование. Процесс проявления скрытого

фотографического изображения представляет собой восстановление проявляющим раствором освещенных зерен галогенида серебра светочувствительного слоя. При этом серебро восстанавливается до металлического (видимое изображение), окисляя проявляющие вещества проявителя.

Процесс проявления необходимо проводить в условиях, близких к условиям, указанным на бланке характеристической кривой данной партии фотопластин. Однако практически в зависимости от различных факторов приходится отступать от этих условий. В этих случаях следует учитывать, что скорость и правильность проведения проявления зависит от входящих в состав проявителя проявляющих веществ, от их концентрации в растворе, величины pH раствора и температуры проявителя. Кроме того, процесс проявления зависит от характера светочувствительного материала (негативный, позитивный), толщины светочувствительного слоя, его задубленности и термоустойчивости. В зависимости от требований к негативам может применяться тот или иной проявляющий раствор. Следует учитывать, что с увеличением концентрации проявляющего вещества скорость проявления увеличивается лишь до известного предела. Введение щелочей в проявитель изменяет его pH. Разные щелочи по разному влияют на величину pH. Увеличение pH ускоряет процесс проявления. Оптимальной величиной pH является величина 10,5—11. Она достигается путем добавления в проявитель около 27 *г* поташа (K_2CO_3), или 20 *г* безводной соды (Na_2CO_3), или 1,4 *г* едкого калия (KOH). При этом концентрации проявляющего вещества должна составлять 0,02—0,05 моли (т. е. 6 *г* на 1 *л* раствора).

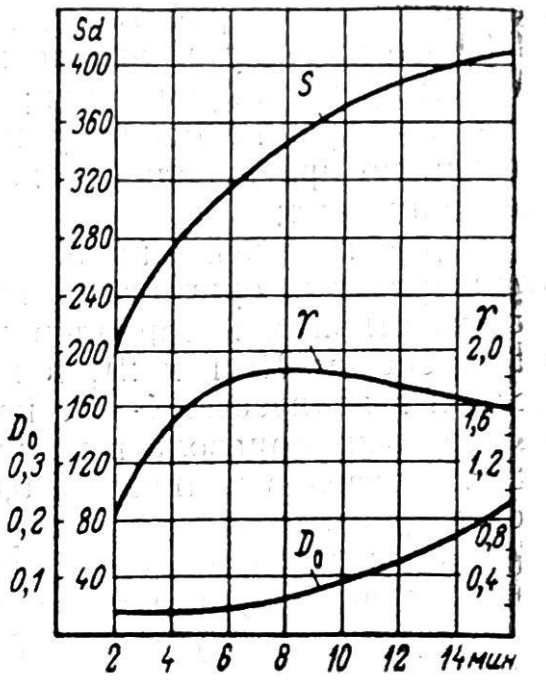

Рис. 34. Зависимость фотографических характеристик светочувствительного слоя от времени проявления

С изменением времени проявления изменяются сенситометрические характеристики светочувствительных пластин. С увеличением времени проявления растет до известного предела коэффициент контрастности (γ), который затем понижается в связи с ростом вуали. Вуаль (D_0) возрастает сначала медленно, затем быстрее (рис. 34).

При проявлении следует следить за моментом появления первых признаков изображения — индукционным периодом, по длительности которого можно судить, правильно ли была установлена экспозиция (например, при нормальной экспозиции его про-

должительность в проявителе № 1 30—40 *сек*, при передержке это время сокращается, при недодержке увеличивается до нескольких минут).

Для достижения хороших результатов проявления необходимо руководствоваться следующими положениями:

1) для получения максимально контрастного штрихового негатива следует увеличивать время проявления и проявлять негатив до полного почернения фона;

2) для получения мягкого (полутонового) негатива следует применять мягко работающие проявители;

3) передержку в экспозиции нельзя компенсировать уменьшением времени проявления;

4) сильную недодержку нельзя исправить длительным проявлением, но при небольших недодержках исправление таким методом допустимо;

5) для получения наибольшего контраста при фотографировании штриховых оригиналов, помимо использования особоконтрастных негативных материалов и контрастно работающих проявителей (рецепты № 1 и 2), в проявитель, кроме добавления едкой щелочи в количестве 1—2 *г* на 1 *л*, рекомендуется вводить 2%-ный раствор бензотриазола в количестве от 5 до 20 *мл* или фенилмеркаптотетразол в количестве 0,05 *г* на 1 *л* раствора. Экспозиция и время проявления в этом случае должны быть увеличены;

6) скорость процесса проявления увеличивается с повышением температуры проявителя, но одновременно увеличивается и плотность вуали. Наилучшая рабочая температура проявителя +18, +20° С.

Проявление и фиксирование пластинок и пленок проводится в качающихся кюветах или в крайнем случае в кюветах, поставленных на дно мойки. Кюветы с рабочими растворами располагают в порядке последовательности операций. Для каждого раствора должна быть своя кювета, и кюветы должны содержаться в надлежащей чистоте.

К кювету не следует наливать большое количество проявителя, так как раствор при соприкосновении с воздухом окисляется (что особенно сказывается при больших размерах кювет) и быстро портится.

Отэкспонированную пластину погружают в качающуюся кювету с проявителем, эмульсионным слоем вверх таким образом, чтобы вся поверхность пластины равномерно и быстро покрылась раствором и углубилась в него на 2—4 *см*.

При проявлении штриховых негативов следует пользоваться проявителями № 1, 2, 4. Время проявления для данной партии пластин определяется по графику «время проявления — гамма» в зависимости от заданного значения контрастности. При температуре рабочего раствора проявителя в пределах 18—20° С проявление штриховых негативов заканчивается через 6—8 *мин* (см. рис. 34). При проявлении полутоновых негативов следует

пользоваться проявителями № 1 или 3, 4. При температуре рабочего раствора проявителя в пределах 18—20° С проявление заканчивается через 3—4 *мин.* При изготовлении полутоновых негативов допускается некоторое отклонение экспозиции в сторону увеличения (передержки), при этом время проявления может быть соответственно сокращено.

При большом объеме работ целесообразно применять устройства, поддерживающие постоянную температуру проявителя и обеспечивающие перемешивание раствора. К таким устройствам относится установка для нормализированного проявления типа РПП-4.

После получения нужной контрастности изображения проявление необходимо немедленно приостановить. Для этого негатив опускают в останавливающую ванну (стоп-ванну) или тщательно промывают водой. По мере истощения останавливающей ванны в нее необходимо добавлять уксусную кислоту до нужной концентрации РН. Затем негатив переносят в кювету с фиксажем.

На образование фотографического изображения расходуется в среднем 25% солей серебра. Остальные соли серебра удаляются из эмульсионного слоя в процессе фиксирования водным раствором тиосульфата натрия. В зависимости от технических требований к негативу могут применяться различные фиксажные растворы. Но все они должны удовлетворять следующим требованиям: а) достаточно быстро и полностью растворять соли серебра, которые не пошли на формирование изображения; б) не оказывать химического действия на желатину и проявленное серебряное изображение; в) возможно дольше сохранять фиксирующие свойства; г) сохранять прозрачность, не выделять серы и не окрашивать эмульсионный слой; д) не вызывать чрезмерного набухания и размягчения эмульсионного слоя; е) не вызывать образование пузырей в слое.

В практике картографического производства для фиксирования негативов применяется несколько рецептов фиксажных растворов. Некоторые из них приведены в гл. V данного руководства.

При фиксировании наблюдают, чтобы вся поверхность эмульсионного слоя была покрыта раствором и чтобы процесс протекал одновременно и равномерно.

Оптимальной температурой фиксажных растворов является температура +17—20° С. Понижение температуры до +13° С удлиняет время фиксирования почти вдвое. Повышение температуры свыше +20° С увеличивает скорость фиксирования, но может вызвать выпадение в осадок серы (сульфуризация).

Скорость фиксирования зависит также от вида фотографического материала, степени его задубленности, толщины эмульсионного слоя, состава фиксажа, скорости перемешивания раствора, а также от степени его истощения.

В процессе фиксирования негативов уменьшается содержание тиосульфата натрия, снижается кислотность фиксажных раство-

ров, а нейтральный фиксаж подщелачивается (за счет внесения щелочей из проявляющего раствора). Накапливаются комплексные соединения тиосульфата серебра и натрия, галогениды калия, натрия и др. Эти факторы увеличивают время фиксирования и ухудшают качество изображения.

Фиксирование можно считать законченным, если затраченное на него время равно двойному времени осветления негатива.

Негативы, которые должны храниться длительное время, следует фиксировать в двухфиксажных ваннах, причем вторая ванна должна быть всегда более свежая.

Отработанные фиксажные растворы подлежат регенерации.

Полностью отфиксированные негативы ополаскиваются в кювете с водой для сбора серебра, а затем промываются в проточной воде.

Промывка должна обеспечить полное удаление из эмульсионного слоя негатива растворимых комплексных солей серебра и тиосульфата натрия. Не удаленные из эмульсионного слоя соли вызывают впоследствии порчу фотографического изображения, которая выражается в его выцветании и образовании желтых пятен.

Негативы, подлежащие промывке, размещают на полках с каскадным устройством с таким расчетом, чтобы вода протекала по их поверхности равномерным тонким слоем. При этом одновременный расход воды должен быть минимальным.

Промывка при температуре воды в пределах 14—20° С продолжается 30—40 *мин*, при температуре ниже 14° С она сильно замедляется, а при температуре выше 20° С наблюдается значительное набухание слоя, вследствие чего слой легко механически повреждается. При сильном набухании эмульсионного слоя применяется промежуточное задубливание негативов в 3%-ном растворе хромовых квасцов или используются дубящие фиксажи.

Проверить окончена ли промывка негатива, удалены ли из эмульсионного слоя все ненужные соли можно путем взятия пробы промывной воды. Делается это следующим образом. В один из химических стаканов наливают 250 *мл* водопроводной воды, в другой столько же промывной воды. В оба стакана добавляют до 1 *мл* реактивного раствора (рецепт № 15). Изменение окраски промывной воды в течение 30—40 *сек* из фиолетового цвета в желтый или оранжевый показывает, что промывка еще не закончена.

По окончании промывки негативы как с эмульсионной, так и с обратной сторон должны быть осторожно протерты мокрым ватным тампоном для удаления всех механически приставших разнородных частиц, как-то: кусочков эмульсии, мелких осколков стекла, песчинок и т. п., тщательно проверены и поставлены в шкаф для высушивания, в процессе которого свободная влага испаряется из эмульсионного слоя.

Скорость высушивания зависит от кратности обмена, относительной влажности и температуры воздуха.

Высушивание негативов в сушильных шкафах начинают при температуре 20° С и к концу повышают ее до 25—35° С при включенной вентиляции. При температуре +20 — +25° С и относительной влажности воздуха 70—85% высушивание заканчивается по истечении 3 *ч*.

Габариты и пропускная способность сушильного шкафа должны обеспечивать потребности производства. Сушильный шкаф для сушки фотоматериалов может быть подобным шкафу, изображенному на рис. 24.

Дополнительная обработка негативов (Исправление)

При правильной экспозиции, проявлении и фиксировании дополнительная обработка негативов не требуется. Но иногда негативы имеют те или иные недостатки, которые необходимо исправить путем дополнительной химической обработки.

Дополнительная обработка сводится в основном к удалению вуали, усилению или ослаблению плотности негативов. При выполнении этих операций необходимо соблюдать следующие правила.

1. Дополнительную обработку рационально проводить сразу же после проверки негатива, пока он еще влажный.
2. Сухие негативы перед ослаблением и усилением должны быть предварительно хорошо промыты для размягчения слоя.
3. Успешно провести дополнительную обработку негативов можно только при том условии, если негативы были полностью отфиксированы и хорошо промыты.
4. Перед дополнительной обработкой с негатива предварительно должна быть удалена цветная вуаль, если она имеется.
5. Каждый негатив следует обрабатывать отдельно.
6. При обработке негативов в кювете последнюю необходимо все время покачивать и следить, чтобы поверхность негатива все время была покрыта обрабатывающим раствором.
7. Вся обработка должна производиться при белом искусственном или дневном рассеянном свете.
8. После химической обработки негатив должен быть основательно промыт водой (обратная сторона протерта мокрым тампоном) и высушен.
9. Весь процесс дополнительной обработки негатива должен быть проведен внимательно и аккуратно, с соблюдением максимальной чистоты употребляемых растворов и посуды.

Ослабление негативов. Процесс ослабления негативов является как бы обратным процессу проявления. В зависимости от метода ослабления негатив можно сделать более контрастным

или более мягким. Достигается это путем применения различных ослабителей. В зависимости от производимого эффекта ослабители делятся: на поверхностные (увеличивающие контраст), пропорциональные (прогрессивные) и суперпропорциональные (уменьшающие контраст). К поверхностным ослабителям относится ослабитель с красной кровяной солью (рецепт № 19). Применяется он в случаях перепроявленных негативов.

К пропорциональным ослабителям относится марганцовокалиевый ослабитель (рецепт № 18). Этот ослабитель применяется в случаях передержанных негативов и для удаления серой вуали. Контрастность негатива не изменяет.

Рабочий раствор очень нестоек; должен приготовляться непосредственно перед употреблением.

Ослабленный до желаемой степени негатив (примерно в течение 5 *мин*) переносят на несколько минут в свежий кислый фиксаж, после исчезновения бурой окраски его промывают.

К суперпропорциональным ослабителям относится ослабитель с персульфатом аммония (рецепт № 20), при действии он резко снижает контрастность изображения, действуя главным образом на наиболее плотные участки негатива и лишь незначительно ослабляя полутона может применяться и для полутоновых негативов.

Рабочий раствор очень нестоек и требует химически чистых химикатов.

После ослабления негативов переносят в 5—10%-ный раствор сульфита, затем промывают водой.

При ослаблении негативов необходимо внимательно следить за ходом процесса, останавливая его ополаскиванием негатива водой.

Усиление негативов применяется для увеличения их плотностей.

Перед усилением негатива, на котором имеется незначительная вуаль, ее следует удалить поверхностным ослабителем, иначе она при усилении изображения увеличится. В практике картографических работ наибольшее применение нашли хромовый и медный усилители.

Хромовый усилитель (рецепт № 21) усиливает плотность почернения умеренно и практически пропорционально начальным плотностям. Зернистость изображения после усиления возрастает незначительно. Процесс идет в две стадии — отбеливание и чернение. На результаты усиления в значительной мере оказывает концентрация соляной кислоты в отбеливающем растворе. С увеличением концентрации кислоты в растворе степень усиления уменьшается, с уменьшением возрастает.

При отбеливании нельзя обрабатывать негатив в растворе дольше, чем это необходимо, так как негатив начинает ослабляться. После отбеливания негатив промывают до полного удаления желтой окраски негативного слоя. Продолжительность про-

мывки сокращается, если неполностью промытый негатив обработать в 5%-ном растворе соды.

После исчезновения желтизны негатив переносят для чернения в свежий раствор метолгидрохинонового проявителя № 1 или в раствор для чернения, изготовленный по рецепту № 21. Чернение считают законченным, как только негатив приобретет насыщенно черный цвет и с его обратной стороны совершенно исчезнут белые пятна.

Если одним усилением не достигнуто желаемых плотностей негатива, то его можно повторить. Лучшие результаты одного усиления можно получить, если негатив перед обработкой в проявителе (т. е. после отбеливания, промывки и высушивания) подвергнуть облучению интенсивным источником света, после чего уже сухой негатив положить в свежий раствор проявителя № 1 (при рассеянном дневном или электрическом свете). Затем негатив промыть и высушить.

Если негатив, усиленный хромовым усилителем, нужно ослабить, его ослабляют в 4%-ном растворе щавелевой кислоты (в ванне или на подставке — грибке). Процесс ослабления идет медленно. Раствор щавелевой кислоты можно использовать неоднократно.

Усилитель с бромной медью (рецепт № 24) очень активный, сильно повышает контрастность штриховых негативов с малой плотностью вуали. Усиление идет в две стадии — отбеливание и чернение. После полного отбеливания следует промывка в проточной воде до полного осветления линий рисунка, затем чернение в свежем проявителе № 1 и снова промывка и сушка.

Способы устранения отдельных дефектов негативов

В ряде случаев при изготовлении негативов могут обнаружиться те или иные дефекты. Они могут быть в виде местных повреждений (пятна, точки и т. п.) или в виде общего дефекта всего негатива (вуаль). Для устранения этих недостатков необходимо знать причины их возникновения.

Желтовато-белые пятна серы, образовавшиеся в результате того, что в кислом фиксирующем растворе содержалось большое количество кислоты и недоставало сульфита натрия. Эти пятна можно удалить теплым (+45+50° С) 10%-ным раствором сульфита натрия. Сульфит натрия, взаимодействуя с серой, превращается в тиосульфат натрия, который легко вымывается водой.

Желтые пятна, появившиеся в результате неравномерного погружения поверхности пластины в проявляющий раствор или загрязнения фиксирующего раствора проявителем.

Эти пятна можно обесцветить кислым раствором марганцевокислого калия следующего состава:

1. Марганцовокислый калий 2 *г*
Вода . . . . . 1 *л*
2. Хлористый натрий . . . 25 *г*
Серная кислота (уд. вес 1,86) . . . . . 5 *мл*
Вода . . . . . 1 *л*

Перед употреблением растворы смешивают 1 : 1. После отбеливания ополаскивают 2%-ным раствором бисульфита натрия, затем промывают, засвечивают сильным источником света, проявляют в обычном проявителе с последующей промывкой и сушкой.

Желтые серебряные пятна появляются при использовании старых проявляющих и фиксирующих растворов. Удалить такие пятна можно 1%-ным раствором цианистого калия.

Сине-зеленые пятна возникают при использовании истощенных дубящих фиксирующих растворов с хромовыми квасцами при повышенной температуре. Устранить их можно только до сушки и до действия яркого света ватным тампоном в процессе промывки. В ряде случаев хромовые квасцы желательно заменять алюмокалиевыми квасцами.

Голубые пятна и точки возникают после обработки негатива ослабителем с красной кровяной солью от частиц окислов железа, попадающих в фотослой из водопроводной воды. Эти пятна и точки удаляют путем обработки негатива в 2—3%-ном растворе едкой щелочи.

Ретикуляция — образование узоров от сморщивания эмульсионного слоя появляется в результате обработки негативов в растворах, имеющих резкую разницу в температурах и значительные колебания pH. Она предупреждается созданием нормальных температурных условий обрабатывающих растворов и их pH.

Дихроическая (двухцветная) вуаль, состоящая из мельчайших частиц металлического серебра, образуется в проявляющем и фиксирующем растворах на поверхности эмульсионного слоя главным образом при применении мелкозернистых фотослоев и особенно при повышенной температуре проявителя. Она появляется при истощении нейтральных фиксажных растворов и при нейтрализации останавливающей ванны (стоп-ванны) проявителем.

Если дихроическую вуаль вовремя не устранить, то на последующих копировальных процессах, особенно при применении сильных источников света (вольтова дуга, лампа ПРК и пр.), она усиливается и является серьезным препятствием для получения качественных копий. Для предотвращения появления дихроической вуали целесообразно в раствор проявителя добавить иодистый калий (от 0,5 до 1,5 *г* на 1 *мл* проявителя) и следить за сохранением кислой среды стоп-ванны.

Для удаления образовавшейся дихроической вуали негатив на продолжительное время погружают в раствор, содержащий 12 *г* тиомочевины, 11,2 *г* лимонной кислоты на 1000 *мл* воды.

Темные полосы, линии и пр. возникают в случаях повреждений фотографического слоя стеклом, бумагой, линейкой и другими жесткими предметами до химико-фотографической обработки негативов. Они появляются после проявления на фотослое и искажают ситуацию.

Для предотвращения подобных недостатков необходимо обеспечить аккуратное обращение с фотослоями.

Белые порошкообразные пятна (остатки тиосульфата натрия) на поверхности фотослоя или обратной стороны подложки могут быть следствием плохой промывки после фиксирования.

Такие пятна удаляют повторной тщательной промывкой или обработкой в течение 5 *мин* в следующем растворе, составленном непосредственно перед его применением.

Вода	300 *мл*
Перекись водорода (3%)	125 *мл*
Аммиак (3%)	100 *мл*
Вода	до 1000 *мл*

В этом растворе тиосульфат натрия окисляется в легкорастворимый в воде сернокислый натрий, что позволяет его полностью и быстро удалить из фотослоя. Такая же обработка полезна для негативов и диапозитивов, подлежащих длительному хранению. Указанный раствор не подлежит хранению и после его использования выливается.

Попадание песка и других механических примесей в фотослой при промывке негативов или диапозитивов в ванне устраняется установкой фильтров в водопроводной системе и применением каскадной (скользящей) промывки (см. рис. 32).

Технические требования к качеству негативов

Готовые негативы должны удовлетворять следующим требованиям:

1) изображение должно быть максимально резким по всей площади негатива;

2) изображение должно быть точно выдержано в заданном масштабе, размеры сторон и диагонали трапеции не должны превышать допусков, предусмотренных соответствующими инструкциями;

3) изображение должно находиться в центре негатива. Расстояние от края изображения до края стекла негатива не должно быть менее 2 *см*;

4) на изображении не должно быть вуали, желтизны, пятен, царапин, посторонних прозрачных и непрозрачных точек;

5) негатив должен быть хорошо промыт и не иметь на поверхности следов кристаллизации солей, различных механических частиц и пыли как на эмульсионном слое, так и на обратной стороне;

6) фон на негативе должен быть равномерно плотным и при рассмотрении в проходящем свете должен иметь нейтрально черный цвет;

7) резкость, оптическая плотность и интервал плотностей изображения на негативе должен быть в соответствии с его назначением.

Негативы, предназначенные для изготовления печатных форм, должны иметь максимальную оптическую плотность (равную 3) с сохранением максимальной прозрачности всех элементов изображения. На негативах, предназначенных для копирования на фотослоях, оптическая плотность может быть несколько меньшей;

8) черно-белые полутоновые негативы должны иметь изображение серой шкалы (рис. 35);

9) полутоновые негативы должны точно передавать все детали ситуации оригинала как в тенях, так и в светах изображения;

10) изображение негатива должно отвечать заданию и в зависимости от назначения негатива должно быть прямым или зеркальным;

11) оптическая плотность штрихов и фона на негативах и диапозитивах должна быть такой же, как на эталонах негативов и диапозитивов (в пределах допусков).

Контроль негативов и диапозитивов

Изготовленные негативы (диапозитивы) должны быть просмотрены самим исполнителем, а затем предъявлены для приемки бригадиру или мастеру. Бригадир (или мастер) оценивает качество негативов визуальным методом, руководствуясь при этом указанными выше техническими требованиями или утвержденным эталоном и специальными условиями, предусмотренными заданием. Штриховые негативы, как правило, не подвергаются сенситометрическому контролю. Полутоновые негативы желательно контролировать сенситометрическим методом.

Негативы (диапозитивы) должны быть проверены по размерам (по шести измерениям).

Эти операции контроля проводят на специальном контрольном или монтажном столе (рис. 36). Для исключения царапин и порчи основы негатива вследствие трения о стекло стола последние целесообразно покрывать оргстеклом.

Изображения негативов и диапозитивов контролируют как в проходящем, так и в отраженном свете невооруженным глазом или с помощью лупы. При выяснении возникших вопросов и в сомнительных случаях негатив и диапозитив сопоставляют с оригиналом. Размеры негативного или диапозитивного изображения по четырем сторонам и двум диагоналям проверяют при помощи контрольной линейки с окулярами (рис. 37). Для этого, кроме нижнего освещения, необходимо иметь боковое направленное рассеянное освещение. Оно должно перемещаться в нужном направ-

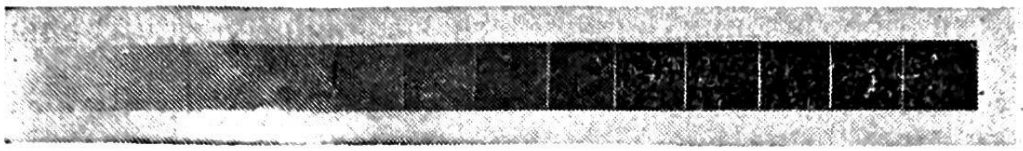

Рис. 35. Одноцветная полутоновая шкала

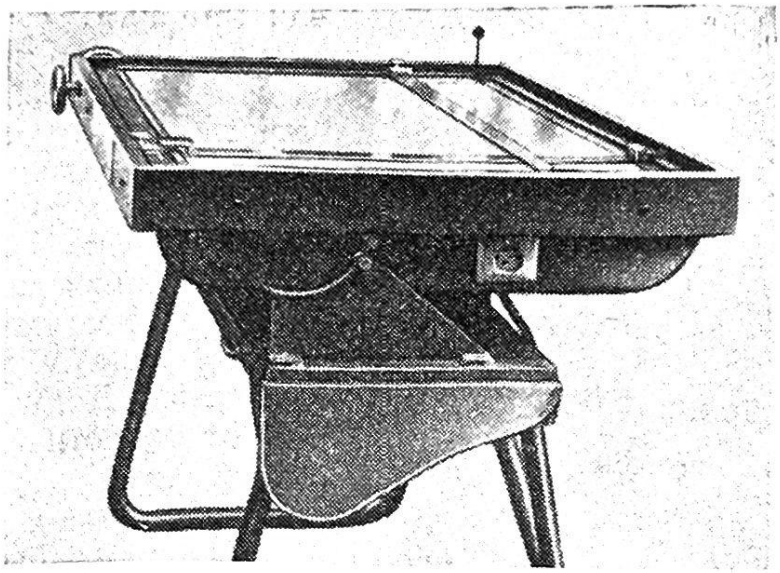

Рис. 36. Стол с нижним освещением для контроля негативов

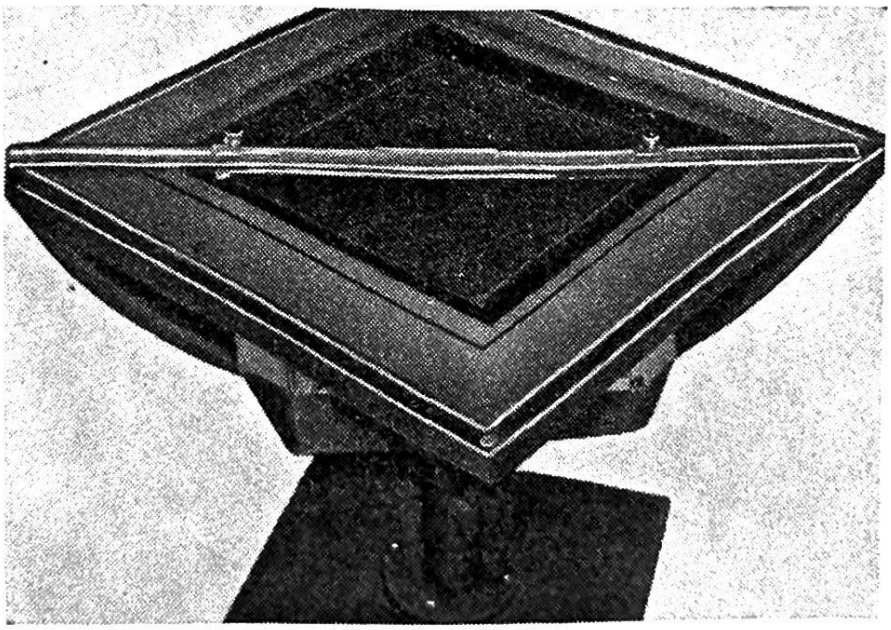

Рис. 37. Контрольная линейка и вращающийся стол

лении для обеспечения читаемости делений на контрольной линейке.

При измерении негативов и диапозитивов, чтобы исключить повороты последних вручную, контрольный столик целесообразно оборудовать легко вращающимся кругом (на роликах). Измерение производится путем установки окуляров контрольной линейки на резкость штриха и одновременного совмещения делений линейки с изображением контрольных линий или точек негатива. После точной установки берут отсчет. Полученная разница между теоретическими и фактическими размерами (со знаком плюс или минус) записывается сначала на полях негатива или диапозитива, а затем в журнал или формуляр. Допуски в отклонении от теоретических данных обусловлены в соответствующих наставлениях или инструкциях, и в большинстве своем они не превышают $\pm 0{,}2$ *мм* при подготовке карт к изданию. В других случаях они могут быть иными, т. е. большими или меньшими в зависимости от назначения негатива.

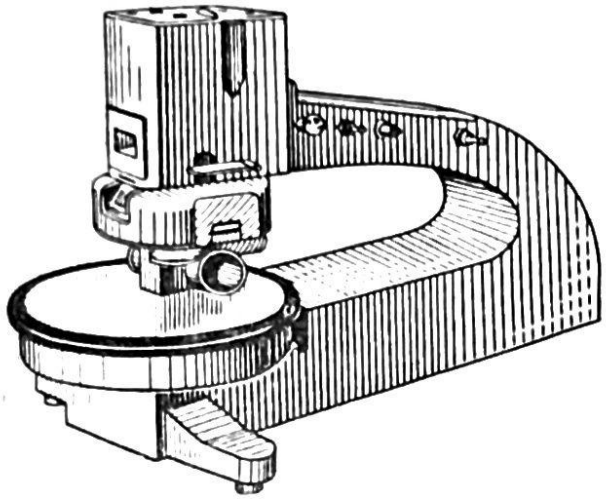

Рис. 38. Денситометр УД-3

Сенситометрический контроль производится путем промеров плотностей на негативах и диапозитивах, на денситометрах УД-3 (рис. 38), ДФЭ-10 и др.

Сенситометрические характеристики для полутоновых негативов должны соответствовать следующим данным: γ 1,2—1,6; D_{max} от 1,2 до 2; D_{min} выше вуали на 0,2; D_0 меньше 0,2.

Для штриховых негативов они должны соответствовать следующим данным: $D_{max} > 3$; $D_0 \leqslant 0{,}1$; $\Delta D = D_{max} - D_{min} > 3{,}0$.

Глава III

РЕТУШЕРНЫЕ РАБОТЫ

Процесс ретуши должен выполняться в изолированном, просторном, с хорошей вентиляцией помещении. В зависимости от характера работ оно может быть светлым или затемненным. Работа ретушера требует большого напряжения зрения и внимания.

Полы ретушерного отделения должны быть покрыты линолеумом или пластиком и содержаться в чистоте. Стены необходимо окрашивать масляной краской в светлые тона.

Освещение должно быть общим и местным — у каждого рабочего места.

Специальные ретушерные столы должны позволять производить ретуширование на просвет и обеспечивать удобства в работе с негативами и диапозитивами больших и малых форматов.

Освещенность негативов (диапозитив) на ретушерных столах в зависимости от характера диапозитивов и негативов должна находиться в пределах от 200 до 500 *лк*. Неравномерность освещения не должна превышать 15%. Целесообразно регулировку силы света осуществлять при помощи реостатов.

Для проведения ретуши исполнитель должен иметь набор колонковых кистей от № 1 до 8, позволяющих получать устойчивое острие после принятия на себя краски для производства тонких работ. Хорьковые и беличьи кисти для этих целей непригодны. Для выкрывания больших участков негативов применяются кисти от № 10 и больше. В ряде случаев для нанесения краски на большие площади негативов применяют аэрограф — воздушную кисть марки АГ-1 с компрессорной установкой, который дает мягкие и очень ровные переходы тонов.

Для производства ретуши также необходимы металлические линейки, рейсфедеры, гравировальные иглы, карандаши различной жесткости, скребки разнообразных форм, кроющие краски (акварельные, анилиновые, гуашевые, тушь и пр.), лупы, увеличительные и измерительные, гигроскопическая вата, посуда для краски и воды и пр.

Краски для ретуши негативов должны удовлетворять следующим требованиям: при нанесении тонким ровным слоем краска

должна быть кроющей или неактиничной, должна обеспечивать равномерное покрытие фотослоя, прочно держаться на фотослое, высыхать быстро, равномерно и не давать трещин. При контакте отретушированного негатива с другим светочувствительным материалом в копировальном приборе краска не должна оставлять пятен, точек и пр.

Для удаления с негатива черных пятен, полос и т. п. применяют скребки различной заточки. Для нарезки координатной сетки, а также других элементов следует использовать ланцет со специально заточенным, в виде крючка, концом. Определение углов заточки связано с конфигурацией и толщиной наносимых на негатив линий и техническими приемами.

Ретушь негативов подразделяется на техническую и расчленительную. В процессе технической ретуши исправляются дефекты негатива (диапозитива), например: уничтожаются царапины, пятна, выкрываются следы от швов монтажа фотопланов, фотосхем, теней от наклеек, ненужных точек, прорезки затянутых линий и т. п. Техническая ретушь, как правило, не затрагивает документального содержания фотографического изображения. Расчленительная же ретушь, наоборот, вносит значительные изменения в элементы содержания картографического изображения. Она производится в тех случаях, когда на негативе нужно оставить группу элементов содержания, печатающихся одним цветом, а другие закрыть. Например, на негативе топографической карты нужно оставить только элементы контура, печатаемые черной краской, а элементы рельефа (коричневая краска) и гидрографии (синяя краска) — закрыть.

В зависимости от характера оригинала и качества негативов или диапозитивов сложность и трудоемкость ретуши будет различной. Поэтому негативы следует распределять с учетом квалификации ретушеров.

При определении сложности ретуши учитывают:

1) для каких видов дальнейших работ предназначен негатив (для бромосеребряной или бессеребряной контактной печати; для изготовления промежуточных оттисков или красочной пробы и т. д.);

2) какой вид ретуши (техническую или расчленительную) нужно произвести;

3) качество и степень проработки деталей изображения (плотность фона, прозрачность штриховых элементов);

4) степень точности воспроизведения полутонового оригинала.

Прежде чем приступить к ретуши необходимо ознакомиться с заданием и просмотреть негативы или диапозитивы. Если на негативах или диапозитивах имеются трещины, пузыри, то ретушь не производить. Следует тщательно изучить характер изображения и при необходимости сопоставить его с оригиналом, определить в общем, какие виды ретушерной работы должны быть про-

ведены, потребуется ли производить прорисовку отдельных деталей.

Перед началом ретуши обратную сторону негатива (или диапозитив) протирают влажным тампоном, мягкой широкой кистью (флейцем), смахивают пыль со стороны фотоизображения, после чего негатив или диапозитив укладывают или устанавливают на ретушерном столе эмульсионным слоем кверху. Подготавливают все инструменты и материалы, необходимые для ретуши.

Техническую ретушь производят с помощью краски, кисти, карандаша, рейсфедера, скребков и пр. В случае посторонних включений или загрязнений фотоизображения последние сначала выскабливают стальной иглой, скальпелем и какими-то другими приспособлениями, а затем выкрывают краской или карандашом под общий тон и содержание изображения. Затянутые линии рисунка прорезают граверной иглой или резцами.

При проведении расчленительной ретуши кроющей краской закрывают все элементы изображения кроме одного, который предназначен для последующего копирования. Одновременно производят и техническую ретушь. При производстве расчленительной ретуши руководствуются или цветными оригиналами или макетами расчленения.

При ретуши полутоновых изображений обращают главным образом внимание на проработку деталей на темных и светлых участках изображения, так как именно в этих местах могут быть максимальные потери или искажения изображения.

При удалении прозрачных мест полутонового изображения (точки, царапины, швы монтажа и т. д.) их заделывают карандашом, предварительно покрыв поверхность негатива тонким слоем матолеина.

Очень мелкие детали целесообразно ретушировать карандашами различной заточки и различной твердости графита, так как они позволяют добиваться более тщательной проработки мелких деталей, что не достигается при работе кисточкой и ретушерной краской.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТРЕТУШИРОВАННЫМ НЕГАТИВАМ И ДИАПОЗИТИВАМ

Отретушированные негативы и диапозитивы должны быть тщательно проверены.

Качество ретуши в основном характеризуют следующие показатели: а) соответствие элементов содержания оригиналу, макету расчленения и дополнительным указаниям, если таковые были; б) отсутствие на негативах и диапозитивах механических повреждений изображения и фона на негативе; в) соответствие оптических плотностей отретушированных деталей плотностям негатива или диапозитива; г) нарезка сетки или других элементов содержания должна быть произведена в соответствующих условных

знаках, не иметь заусенец и быть ровной и прозрачной; д) краска должна быть нанесена ровно и плотно.

Для выявления ошибок расчленительной ретуши негатив сверяют с оригиналом или с макетом расчленения, если он несложный. В случае сложного оригинала изготовляют корректурные оттиски. Сначала печатают рисунок абриса красным цветом, затем на него впечатывают черным цветом все расчлененные штриховые элементы. Если на отпечатанном оттиске остаются красные участки, незакрытые черной краской, то в этом случае выявляется закрытие на негативе элементов содержания оригинала. Для выявления элементов, ошибочно оставленных на негативе, производят последовательное печатание всех штриховых элементов оригинала различными красками, перекрытие красок укажет на допущенные при ретуши ошибки.

После контроля и приемки работ бригадиром или мастером отретушированный негатив или диапозитив передается для производства копировальных работ.

Глава IV

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИАПОЗИТИВОВ ДЛЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

Диапозитив — это фотографическое позитивное изображение, полученное на прозрачной подложке (стекле или пластике).

В аэрогеодезическом производстве для уменьшения влияния деформации фотоизображения диапозитивы с аэронегативов в настоящее время изготовляют только на стекле. К фотографическому качеству и точности диапозитивов предъявляются весьма высокие и жесткие требования, поэтому этот процесс является сложным и ответственным.

1. ПОМЕЩЕНИЕ

Для всех видов фотограмметрических работ требуется сохранить высокую точность изображения. Поэтому при изготовлении диапозитивов с аэронегативов необходимо исключить все факторы, которые могут влиять на точность полученного изображения и его качество.

Площадь помещения, его планировка, вид оборудования и его количество определяются соответствующим объемом работ.

Помещение должно быть сухим, чистым и отвечать требованиям, изложенным в гл. II. Практика показала, что так называемый раздельный способ изготовления диапозитивов, т. е. в одном помещении (где желательна установка кондиционера «Харьков-2») производится контактная печать на копировальном приборе, в другом — фотолабораторная обработка, является наиболее целесообразным для уменьшения влияния климатических условий на деформацию аэрофильмов и на изготовляемый диапозитив.

Известно, что в различные времена года, особенно зимой и летом, климатические условия различны. Зимой на улице температура воздуха и его абсолютная влажность очень малы. Поэтому в этот период воздух помещения следует не только подогревать, но и увлажнять. Летом, наоборот, воздух на улице имеет достаточно высокую температуру и сравнительно высокую отно-

сительную влажность. Следовательно при поступлении в рабочее помещение его надо охлаждать. А так как при охлаждении увеличивается и без того достаточно высокая относительная влажность, то воздух приходится еще и осушать.

Рис. 39. Копировальный прибор «Элкоп»

Для поддержания постоянных климатических условий в помещении, в определенных пределах необходимы кондиционерные установки типа КД-20, которые должны создавать и автоматически регулировать необходимую температуру и влажность воздуха и в других рабочих помещениях.

При процессах изготовления диапозитивов с аэронегативов целесообразно поддерживать следующие оптимальные атмосферные условия: относительную влажность зимой 45—55%, температуру +18, +22° С и летом при влажности — 60% температуру +19, +23° С. Контроль климатических параметров воздуха производится при помощи ртутных психрометров, гигрографов, термографов, термометров и прочих приборов.

2. ОБОРУДОВАНИЕ

Для изготовления диапозитивов могут применяться различные копировальные приборы (станки) типа КПУ-1, «Элкоп» и др.

К контактным приборам (станкам) предъявляются следующие требования:

1) они должны быть высокопроизводительными, автоматизированными и удобными в работе, должны позволять работать сидя (рис. 39);

2) должны обеспечивать хорошую резкость изображения по всей площади рисунка и использование максимальной разрешающей способности светочувствительного слоя диапозитива;

3) должны позволять автоматически выравнивать различные фотографические плотности аэронегатива;

4) прижимное стекло должно быть определенной толщины (не менее 6 *мм*) для исключения прогибов в момент контакта и иметь абсолютно ровную поверхность.

При массовом изготовлении диапозитивов должно быть кроме копировальных приборов следующее оборудование: просмотровый стол (для контроля аэрофильмов и диапозитивов на просвет); набор кассет (для проявления, фиксирования, промывки и сушки диапозитивов); кюветы — бачки для фотолабораторной обработки диапозитивов (вертикальные); сушильные шкафы; компаратор ИЗА-2 или др. (для измерения деформации на диапозитивах); денситометр, измерительные и смотровые лупы и другое вспомогательное оборудование.

3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АЭРОНЕГАТИВАМ И ДИАПОЗИТИВНЫМ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

В аэрогеодезическом производстве исходным материалом для создания карт является аэронегатив. Качество аэрофотографического изображения негатива с точки зрения его изобразительных и измерительных свойств оценивается степенью наличия на нем малоразмерных и малоконтрастных элементов объекта. Чем большее количество деталей изображения имеется на аэронегативах, тем больше их дешифровочные и измерительные свойства. Важным свойством аэронегатива является его градационная характеристика, т. е. диапазон величин оптических плотностей, которая определяется в значительной степени величиной коэффициента контрастности (γ).

В зависимости от характера ландшафта аэронегативы целесообразно иметь со следующими значениями γ: 1) высокогорный район 0,9—1,2; 2) степной район 1,5—2,0; 3) лесной район 1,0—1,4; 4) район города 0,9—1,2.

В основном величина коэффициента контрастности γ производственных негативов может лежать в пределах 0,9—1,5.

Аэронегативы должны отвечать основным техническим требованиям к аэрофотосъемке, производимой для создания топографических карт, и должны быть приняты инспектором отдела технического контроля предприятия.

При приемке и оценке качества аэронегативов необходимо учитывать не только его визуальные и сенситометрические характеристики, но и условия фотолабораторной обработки их, так как последняя существенно влияет на измерительные свойства аэронегативов, а также на срок их сохранности. В процессе химико-фотографической обработки, сушки, упаковки и хранения происходит деформация аэрофильма, которая приводит к его существенным искажениям. Необходимо, чтобы усадка аэронегатива размером 180×180 *мм* не превышала 0,005%. Практически же она достигает 0,1—0,4% и более. Усадка зависит также от характера и свойств аэропленки. Поэтому для уменьшения влияния дополнительной деформации, с поступивших в предприятие неразрезан-

ных аэрофильмов должны быть в кратчайший срок изготовлены диапозитивы на стекле.

При контроле и просмотре неразрезанных аэрофильмов на приборе с катушками для перематывания фильма или специальном столе аэрофильм не должен подвергаться резкому натяжению и нагреву. Температура стекла, с которым соприкасаются аэронегативы при просмотре, не должна превышать +40° С, причем аэронегатив не должен оставаться длительное время на просмотровом стекле с включенным освещением.

При контроле аэронегативов необходимо обращать внимание на чистоту их поверхности, наличие механических включений и повреждений (царапин, трещин, гофрированной поверхности и пр.).

Аэрофильмы должны быть упакованы в металлические банки с таким расчетом, чтоб их можно было свободно извлекать и вкладывать обратно. Банки должны быть заклеены клейкой лентой (типа ЛТ-40 или др.).

Диапозитивные фотопластинки как промышленного производства, так и лабораторного изготовления должны иметь формат 180×180 *мм* (±0,5 *мм*). Стекло-подложка должна быть одинаковой толщины (от 1,6 до 1 *мм*) и прямоугольной формы с ровной и чистой поверхностью. Разнотолщинность стекла не должна превышать 0,1 *мм*. Кривизна (стрела прогиба по ГОСТу 683—52 должна быть не более 0,25% длины стороны, по которой измеряется прогиб. Для фотограмметрических целей она должна быть значительно меньше. Коэффициент светопрозрачности стекла-подложки должен быть не менее 0,85 на 1 *см* толщины. Стекло должно быть равномерно отожженным и химически стойким.

Фотопластинки, предназначенные для изготовления диапозитивов, должны иметь тонкий и равномерный светочувствительный слой. Полив их должен производиться из расчета не более 17 *мл* эмульсии на формат стекла 180×180 *мм*. Эмульсия используется несенсибилизированная, различной контрастности и фотографической широтой не менее 0,9. Светочувствительность эмульсии не должна превышать 1 ед. ГОСТ. Последнее требование диктуется необходимостью надлежащего визуального контроля фотопластинок перед экспонированием и в процессе химико-фотографической обработки при неактиничном освещении.

Диапозитивные пластинки должны иметь паспортные (сенситометрические) данные.

4. АККЛИМАТИЗАЦИЯ АЭРОФИЛЬМОВ

Аэрофотопленка состоит по меньшей мере из двух слоев: подложки и светочувствительного слоя. В качестве подложки служит триацетатная (безопасная в пожарном отношении) пленка толщиной от 125 до 150 *мкм* или тонкий пластик типа лавсан. Свето-

чувствительный слой представлен водным раствором желатины, несущим в себе в однородном взвешенном состоянии мельчайшие зерна галоидных солей серебра.

При хранении аэрофильма в различных условиях наблюдается его деформация вследствие улетучивания остаточных растворителей и пластификаторов из подложки, а также изменения количества влаги в фотографическом слое, так как желатина очень гигроскопична и при изменении климатических условий легко поглощает или отдает влагу. Абсолютно стабильных по размерам фотослоев нет. Деформация фотофильмов независимо от основы может быть равномерной и неравномерной.

Равномерная деформация проявляется в удлинении или усадке фотоизображения, неравномерная деформация фотофильма обязательно сопровождается скручиванием, волнистостью, короблением.

Равномерная деформация является результатом деформации аэрофотопленки как системы, состоящей из основы, с нанесенными на нее коллоидными (желатиновыми) слоями.

Для предотвращения деформации аэрофильмов они должны храниться при постоянной температуре от +8 до +12° С с относительной влажностью воздуха 50—60%.

Аэрофильмы, хранившиеся и перевозившиеся при низких температурах, следует распаковывать только тогда, когда они примут температуру рабочего помещения (не менее чем через 5 *ч*). Если это сделать раньше, то на фильмах будет конденсироваться влага. Колебания относительной влажности и температуры особенно вредно сказываются на точности последующих стереофотограмметрических работ.

При повышении температуры часть воздуха вытесняется из металлических банок, где находится аэрофильм, а при пониженной температуре всасывается.

Перед печатью диапозитивов фильмы должны в течение двух-трех суток акклиматизироваться в том помещении, где производится печать или в помещении с аналогичными условиями (колебания температуры допускаются в пределах 3° С, а относительной влажности — 5%), при слабой их намотке.

Разность температуры и относительной влажности в производственных помещениях и хранилищах приводит к обратимой деформации порядка 0,007—0,01% на 1% изменения влажности и на 0,006% на 1° изменения температуры. Размеры аэрофильмов принимают стабильность через двое-четверо суток после перенесения их из одних условий в другие.

Для ускоренной акклиматизации и стабилизации размеров аэрофильмов на триацетатной основе целесообразно применять медицинские суховоздушные термостаты с автоматическим поддержанием заданной температуры. При этом в нижнюю часть термостата следует поместить ванночку со следующим раствором.

Вода дистиллированная . .	600 *мл*
Глицерин	250 *мл*
Ацетон	150 *мл*

Фильм следует помещать в банках в верхней части термостата. Время стабилизации определяется загрузкой термостата фильмами и температурными условиями (при $t = +26°$ С 1—3 *ч*) при слабой намотке фильма. На период стабилизации аэрофильмов термостат полностью отключают от электросети. Такой способ позволяет стабилизировать или восстанавливать первоначальные размеры как триацетатной основы, так и фотослоя.

5. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Прежде чем приступить к изготовлению диапозитивов необходимо: 1) ознакомиться с заданием, материалами аэрофотосъемки, в том числе с актом приемки и оценки качества аэронегативов; 2) изучить качество аэрофильма на контрольно-просмотровом столе в проходящем и отраженном свете; 3) при наличии на фотослое пыли, мелких соринок и пр. их необходимо удалить при помощи воздушной струи или мягкой широкой кисти-флейца, бархата с низким шелковым ворсом, замшевым тампоном, предварительно простиранном в теплой мыльной воде. Необходимо промыть обратную сторону фильма, для чего можно использовать следующий состав.

Спирт изопропиловый . .	900 *мл*
Вода дистиллированная .	95 *мл*
Аммиак (25—27%-ный) . .	5 *мл*

4) в помещении, где будет производиться копирование при помощи кондиционера («Харьков-2») создать необходимую температуру и влажность;

5) в зависимости от задания и фотографических характеристик аэрофильма получить или заранее заказать необходимый ассортимент фотопластинок. При этом необходимо, чтобы фотографическая широта диапозитивных фотопластинок превышала интервал плотностей аэрофильма или, в крайнем случае, равнялась бы интервалу плотностей, а коэффициент контрастности являлся бы обратной величиной контрасту негатива;

6) получить проявляющий (№ 1 или фенидон-гидрохиноновый № 5), и фиксирующий растворы (№ 9 или 13) и довести их до рабочей температуры ($+20° \pm 1°$ С);

7) подготовить копировальный прибор: проверить взаимодействие его частей, исправность контрольных приборов, актиничную и неактиничную освещенность, плоскостность и чистоту прижимного стекла, исправность вакуумного насоса и т. д.;

8) установить аэрофильм в приемные кассеты.

6. ЭКСПОНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДИАПОЗИТИВОВ

После подготовительных работ приступают к подбору правильной экспозиции для данного аэрофильма.

Перед экспонированием поверхность эмульсионного слоя фотопластинки просматривают в скользящем неактиничном свете. При обнаружении каких-либо дефектов на фотопластинках их не применяют для основных работ, а используют для пробной экспозиции. Негатив центрируют на освещенной плоскости стекла копировального прибора и совмещают эмульсионный слой аэронегатива с эмульсионным слоем диапозитивной пластинки, обращая внимание при этом на правильное расположение координатных меток, после чего создают контакт при помощи вакуумной установки, имеющей эластичную прижимную подушку, или прижимного стекла, поверхность которого должна быть строго параллельна поверхности нижнего стекла копировального прибора (кривизна не должна превышать 0,01 *мм* на площади 180×180 *мм*) и производят экспонирование.

При определении продолжительности экспозиции необходимо учитывать применяемый источник света и возможное отклонение в изменении силы света; характер негатива; фотографические свойства диапозитивных фотопластинок.

В современных копировальных приборах управление и регулировка освещенности значительно упрощены и позволяют быстро выбрать необходимую экспозицию в случае нормального аэронегатива. Если аэронегатив имеет неравномерное распределение плотностей (центральное пятно при применении широкоугольных малооттененных аэрообъективов и пр.), освещение и подбор экспозиции определяют опытным путем.

При работе на копировальных приборах типа КПУ или МКП регулирование накала ламп производится при помощи электронного устройства; при копировании с аэронегативов, имеющих неравномерные и большие плотности, накал ламп увеличивается, а с негативов с малыми плотностями — накал соответственно уменьшается.

Копировальные приборы с электронно-оптической системой типа «Элкоп» позволяют автоматически выравнивать освещенность негативов с различными плотностями. Если на аэронегативах правильно воспроизведен интервал градации плотностей и интервал яркостей объекта земной поверхности и он не имеет центрального пятна, то задача определения экспозиции проста при наличии соответствующих диапозитивных пластинок.

Полученные пробные диапозитивы контролируют на свету и, сравнивая их с эталонами на данный объект, вносят коррективы в экспозицию, после чего приступают к массовой печати.

Проэкспонированные пластинки устанавливают последовательно в специальные кассеты для проявления, фиксирования и промывки. Заполненную кассету переносят в другое помещение

и устанавливают в специальную кювету (из винипласта или нержавеющей стали) с проявителем, температура которого должна быть 20°±1° С с обязательным начальным стандартным перемешиванием.

Использование фенидон-гидрохиноновых проявителей (рецепты № 5 и 6) позволяет получить фотографическое изображение с большей детализацией, меньшей вуалью и уменьшить деформацию фотографического изображения по сравнению с применением проявителя № 1 за счет меньшего содержания щелочей в растворе проявителя.

На скорость проявления влияют следующие факторы: скорость диффузии молекул проявителя из раствора внутрь фотослоя, скорость реакции восстановления галогенидов серебра, скорость диффузии продуктов реакции от места их образования в раствор, толщина фотослоя, его задубленность, зернистость, величина экспозиции, состав раствора проявителя, его pH, температура проявляющего раствора и др.

Для равномерной работы проявляющего раствора необходимо поддерживать постоянное значение pH и постоянно перемешивать раствор.

При проявлении диапозитивных пластинок целесообразно проводить систематический контроль работы проявителя, периодически проявляя сенситограммы и сравнивая их с эталоном для данного проявителя. В простейшем случае следует учитывать количество проявленных пластин в данном объеме проявителя и вводить необходимые добавки или заменять проявитель.

Проявление диапозитивных пластинок целесообразно проводить до рекомендуемой величины коэффициента контрастности ($\gamma_{рек}$).

После проявления диапозитивы переносят на 1 *мин* в стопванну (вода 1000 *мл*, кислота уксусная (ледяная) 10 *мл*), температура раствора которой должна быть +20° С. Этот раствор периодически надо обновлять, так как pH раствора быстро меняется. Контроль pH можно осуществлять при помощи индикаторной бумаги. Затем кассету переносят в кислый фиксаж (рецепты № 9, 13). Температура фиксажа 18—20° С.

Время фиксирования определяют опытным путем. Оно зависит от концентрации тиосульфата натрия температуры раствора, скорости перемешивания. Обычно его определяют по удвоенному времени исчезновения последних следов беловатых галогенидов серебра на обратной стороне фотопластинки.

Для длительного хранения диапозитивов необходимо применять двухванное фиксирование. При этом не следует оставлять на длительное время диапозитивы в фиксирующих растворах, так как от этого изображение несколько ослабевает вследствие частичного растворения металлического серебра в фиксажном растворе.

Следует учитывать, что применять более концентрированные

фиксирующие растворы (более 25%) не следует, так как при переносе диапозитивов из концентрированных фиксажных растворов в промывную воду возникает изменение поверхностного натяжения набухшего фотографического слоя.

После окончания фиксирования кассету помещают в промывную воду, температура которой должна быть 16—18° С. Увеличение температуры промывной воды выше 18° С и времени промывки больше 30 *мин* отрицательно сказывается на точности полученного изображения (деформация увеличивается), что объясняется возрастанием набухаемости и ухудшением механических свойств фотослоя, возникает ретикуляция эмульсионного слоя.

Применять промывную воду с температурой ниже 16° С нецелесообразно, так как это также сказывается на деформации фотослоя, вызванной резким переходом температур фиксажного раствора и промывной воды.

Промывать диапозитивы следует в кассете и в ванне или баке, изготовленных из винипласта или нержавеющей стали, в проточной воде в течение 30 *мин*. Кроме температуры воды на продолжительность промывки влияют скорость смены воды, степень задубленности фотослоя, его толщина и другие факторы. Подачу воды целесообразно производить снизу ванны, а сток ее в канализацию через

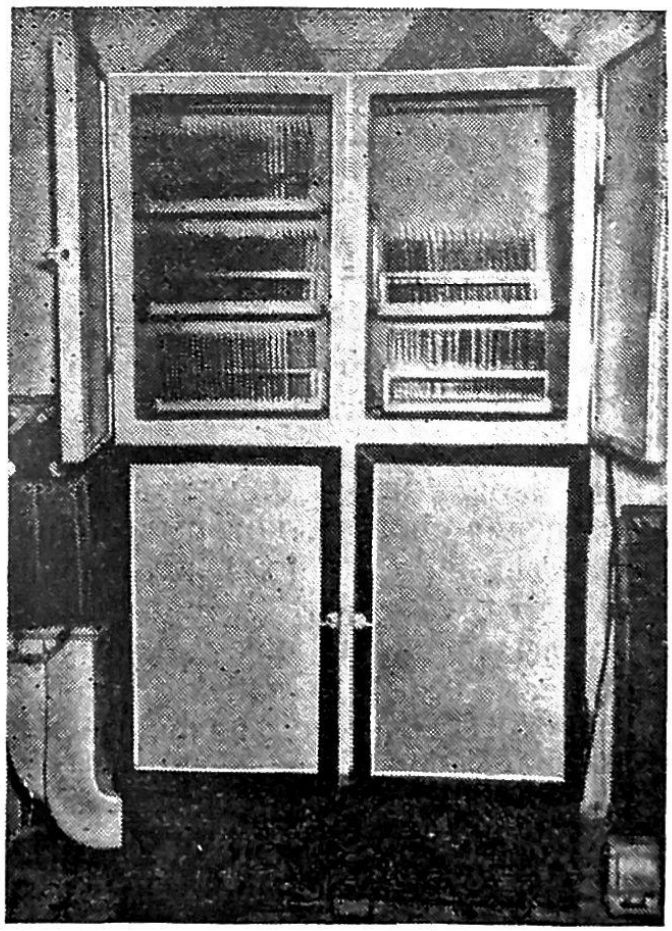

Рис. 40. Шкаф для сушки диапозитивов

отверстие, находящееся в верхней части ванны (или промывочного бака) по диагонали относительно входного отверстия.

Степень промывки диапозитивов проверяют тем же способом, что и при промывке негативов.

После окончания промывки диапозитивы последовательно вынимают из кассеты, ополаскивают под слабой струей воды, одновременно проверяя их качество. Затем диапозитивы в определенном порядке устанавливают в другую кассету — стойку для сушки в сушильном шкафу, при этом обращают внимание на то, чтобы не было капель воды на фотослое и на подложке. Наличие капель воды может вызвать неравномерность сушки, местную деформацию и следы на сухом слое. Для устранения капель и понижения поверхностного натяжения диапозитивы ополаскивают в водном растворе 0,05%-ного поверхностноактивного вещества ОП-10 или ОП-7. Это способствует также ускорению сушки диапозитивов.

Сушку диапозитивов можно производить как в горизонтальном, так и в вертикальном положении в специальном сушильном шкафу (рис. 40) при слабом равномерном потоке воздуха и хорошей его очистке при температуре с постепенным повышением от 20 до 28° С и влажности 50—60%.

Произвольная сушка в помещении не дает постоянных результатов, так как условия и время сушки здесь будут нестабильными, а следовательно, и деформация будет различной.

Климатические условия обработки диапозитивов (температура, влажность помещения), а также температура растворов и условия сушки диапозитивов должны регистрироваться в соответствующем журнале.

7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДИАПОЗИТИВОВ

Высушенные диапозитивы исполнитель подбирает по комплектам и маршрутам, протирает тыльную сторону и визуально контролирует их на просмотровом столе в проходящем и отраженном рассеянном свете. После чего диапозитивы укладывают в соответствии с заказом в коробки, на которых подписывают номера диапозитивов данной съемки, дату их изготовления и пишут фамилию исполнителя.

Готовые диапозитивы подлежат визуальному и объективному контролю с применением измерительных приборов и приемке бригадиром и работником ОТК. Предъявленные для приемки диапозитивы должны по качеству удовлетворять следующим требованиям:

1) не иметь дефектов механического и фотографического характера (царапин, инородных включений, затеков, точек, различных пятен, полос, вуали, желтизны, засветок, перекоса изображения, срезов координатных меток и других дефектов);

2) все диапозитивы одного маршрута должны быть одинаковыми по формату стекла и не отличаться друг от друга по фотографическому качеству;

3) диапозитивы должны иметь правильную передачу полутонов, легкую читаемость всех деталей как в светлых, так и в темных местах изображения;

4) резкость изображения всех деталей (как наиболее важный фактор) должна сохраняться по всему полю изображения; контроль производится при помощи лупы с шести-восьмикратным увеличением;

5) интервал оптических плотностей (определяемых на денситометре УД-3, ДФЭ и др.) должен соответствовать следующим показателям: максимальная плотность $D_{max}=1{,}2—1{,}4$; минимальная плотность $D_{min} = 0{,}3—0{,}6$; плотность вуали $D_0 \leqslant 0{,}1$; $D_{max} — D_{min} = 0{,}9$.

При контроле и оценке качества диапозитивов должны учитываться все факторы, влияющие на качество и точность фотографического изображения, а именно: исходные материалы — аэрофильмы, фотоматериалы, состояние копировальных приборов, климатические условия, технологический режим, сенситометрические данные, данные измерения деформации, специальные и дополнительные требования по заказам и др.

У передержанных, сильно проявленных диапозитивов, большие плотности изображения будут располагаться в верхнем участке характеристической кривой, что ухудшит проработку и затруднит читаемость мелких деталей.

Наилучшему качеству будут отвечать диапозитивы, у которых оптические плотности будут расположены в пределах прямолинейного участка характеристической кривой.

Измерение деформации диапозитивов — разница в величинах расстояния между координатными метками (изображение которых должно быть всегда четким и резким) производится на сте-

Таблица 6

Исследование диапозитивов на деформацию

Съемка *Прибор СМ-4*

№ снимков	Координатные метки							
	yy				*xx*			
	Отсчет по шкале q		Δq_y	$\delta\Delta q_y$	Отсчет по шкале q		Δq_x	$\delta\Delta q_x$
	$q_в$	$q_н$			$q_в$	$q_н$		
349	186,77	12,66	174,11	+0,03	186,25	12,57	173,68	+0,05
350	187,40	13,26	174,14	—0,05	185,71	11,98	173,73	0,00
...	...	...	. .	...	...	...	..	...

реокомпараторе ИЗА-2 или на прецизионном стереометре (СМ-4 и др.).

При этом не следует допускать длительного нагрева диапозитивов лампами накаливания, так как это вызывает дополнительную деформацию фотослоя. Полученные данные измерений регистрируются в журнале (табл. 6), который прилагается к партии диапозитивов. Разница в величине расстояния между координатными метками для всех диапозитивов секции маршрута не должна превышать 0,10 *мм*.

Забракованная часть диапозитивов по каким-либо из вышеуказанных причин должна быть переделана в аналогичных условиях и в кратчайший срок.

Готовые диапозитивы должны храниться в коробках, поставленных «на ребро» при температуре от +12 до +20° С и относительной влажности воздуха 50—70%.

Глава V

РЕЦЕПТУРА РАСТВОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕГАТИВОВ (ДИАПОЗИТИВОВ), И МЕТОДИКА ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

В условиях, когда весь комплекс фотографических работ от изготовления фотопластин до изготовления негативов (или диапозитивов) сосредоточен в одном подразделении, создается возможность для отработки рационального технологического режима, стандартной рецептуры и осуществления объективного контроля. Все это способствует улучшению качества фотографических работ и повышению производительности труда на этом участке.

Все необходимые для производства работ растворы должны составляться лабораторией.

Применяемые для фотографических целей химические вещества для составления растворов должны быть марки «хч», «чда» или «чистый» и по своим свойствам должны отвечать соответствующим ГОСТам.

Для развески химических веществ должна быть выделена специальная тара, не вступающая в соединение с данными веществами, как-то пластмасса, нержавеющая сталь и пр., а в отдельных случаях может быть применена чистая бумага, которая после взвешивания должна быть уничтожена.

При взвешивании веществ и составлении растворов должны соблюдаться правила техники безопасности, изложенные в действующих инструкциях и памятках.

Вода, пригодная для питья, обычно пригодна и для составления растворов проявителя, фиксажа, усилителя, ослабителя и пр.

При составлении растворов проявителей для устранения временной жесткости, удаления газов и микроорганизмов воду целесообразно подвергать кипячению, а при необходимости и фильтрации для удаления механических примесей. В ряде случаев применяют только дистиллированную воду.

Для растворения веществ, входящих в фотографические растворы, применяется вода, имеющая нейтральную среду и температуру 50—60° С.

Вещества растворяют в последовательности, указанной в рецепте, при этом не растворив предыдущее вещество до конца, не следует приступать к растворению следующего.

1. РЕЦЕПТУРА ПРОЯВИТЕЛЕЙ

При составлении растворов проявителей необходимо в отдельной посуде растворить проявляющие вещества и сульфит, в другой посуде — щелочь и противуалирующие вещества. Охлажденные растворы сливают I во II при тщательном помешивании.

Использование проявляющего вещества фенидона в сочетании с гидрохиноном имеет ряд преимуществ по сравнению с метолгидрохиноновым проявителем: 1) экономичность проявителя (благодаря низкой концентрации фенидона его расход в пять — десять раз меньше, чем метола); 2) малая токсичность фенидона и меньшая способность к окрашиванию, чем у метола; 3) возможность получения более высоких значений коэффициента контрастности при одинаковых с метолгидрохиноновыми проявителем значениях pH; 4) возможность повышения светочувствительности и фотографической широты, а также получение мелкозернистого изображения, 5) высокая буферная емкость, что обусловливает проявителю меньшую истощаемость.

Рецепт № 1

Проявитель № 1 (Чибисова)

1. Вода (*t* около 50° С)	750 *мл*
2. Метол	1 *г*
3. Сульфит натрия безводный	26 *г* (крист. 52 *г*)
4. Гидрохинон	5 *г*
5. Сода безводная	20 *г* (крист. 54 *г*)
6. Бромистый калий	1 *г*
7. Вода холодная до	1,000 *мл*
8. Температура рабочего раствора	20° С

Универсальный проявитель, который рекомендуется для работы на всех фототехнических процессах, в том числе и при сенситометрическом контроле.

Рецепт № 2

Проявитель КЦ-1

(Концентрированный — ЦНИИГАиК)

1. Вода (*t* около 50° С)	750 *мл*
2. Метол	2 *г*
3. Сульфит натрия безводный	52 *г* (крист. 104 *г*)
4. Гидрохинон	10 *г*
5. Сода безводная	40 *г* (крист. 108 *г*)
6. Бромистый калий	4 *г*
7. Вода до	1000 *мл*
8. Температура рабочего раствора	20° С

Контрастно работающий проявитель для обработки некоторых видов штриховых негативов.

Рецепт № 3

Проявитель универсальный для штриховых и полутоновых негативов

1. Вода	700 *мл*
2. Гидрохинон	3 *г*
3. Фенидон	0,125 *г*
4. Метабисульфит калия	0,3 *г*
5. Сульфит безводный	12,5 *г*
6. Сода безводная	15 *г*
7. Бромистый калий	0,5 *г*
8. Вода до	1000 *мл*
9. Бензотриазол (2%-ный раствор)	от 2 до 5 *мл*

Рецепт № 4

Рецепт контрастного проявителя с фенидоном для штриховых негативов

1. Гидрохинон	13 *г*
2. Сульфит безводный	60 *г*
3. Сода безводная	42 *г*
4. Фенидон	0,5 *г*
5. Бромистый калий	7,5 *г*
6. Бензотриазол	0,5 *г*
7. Вода до	1000 *мл*

Рецепт № 5

Проявитель (для диапозитивов с аэронегативов)

1. Сульфит натрия безводный	90 *г*
2. Гидрохинон	5 *г*
3. Бура	5 *г*
4. Фенидон	0,4 *г*
5. Калий бромистый	0,5 *г*
6. Бензотриазол	0,2 *г*
7. Вода до	1000 *мл*

Время проявления при температуре 20° С 4—6 *мин.*

Рецепт № 6

Проявитель

1. Сульфит безводный	15 *г*
2. Гидрохинон	1,6 *г*
3. Сода безводная	7,5 *г*
4. Фенидон	0,05 *г*
5. Бромистый калий	0,4 *г*
6. Бензотриазол	0,1
7. Вода	1000 *мл*

Данный проявитель позволяет получить полутоновое изображение с максимальной читаемостью деталей. Время проявления 5—6 *мин.*

В ряде случаев для уменьшения набухаемости фотослоя, особенно при повышенных температурах, целесообразно вводить в раствор проявителя сернокислый натрий кристаллический до 100 *г* на 1 *л* проявителя (в зависимости от температурных условий и от физических свойств фотослоя).

Рецепт № 7

Проявитель с параформальдегидом

1. Гидрохинон	22,5 *г*
2. Параформальдегид	7,5 *г*
3. Сульфит безводный	30 *г*
4. Метабисульфит калия	2,5 *г*
5. Борная кислота	7,5 *г*
6. Бромистый калий	1,5 *г*
7. Вода до 1 *л*	

Продолжительность проявления при $t = 20°$ С — 3 *мин.* Проявление останавливается в ванне с 2%-ной уксусной кислотой при погружении на 15 *сек* при $t = 20°$ С. Проявитель применяется для получения высокого контраста штриховых негативов на хлоробромосеребряных фотоматериалах.

2. РЕЦЕПТУРА ФИКСАЖНЫХ РАСТВОРОВ

При составлении фиксажных растворов необходимо в одной посуде растворять тиосульфат натрия (и хлористый аммоний для быстрых фиксажей), в другой — сульфит и кислоты (и квасцы для дубящих фиксажей).

Охлажденные растворы сливают второй (II) в первый (I) при тщательном помешивании. При применении фиксажных растворов с серной кислотой ее предварительно разбавляют водой в отдельной посуде, вливая серную кислоту в воду (а не наоборот!), небольшими порциями медленной струей, так как при этом происходит сильная тепловая реакция и возможное разбрызгивание.

Составленные фотографические растворы должны быть отфильтрованы.

Рецепт № 8

Фиксаж нейтральный

1. Вода (t около 50° С)	600 *мл*
2. Тиосульфат натрия крист.	250 *г* (безводн. 160 *г*)
3. Вода холодная до	1000 *мл*
4. Температура рабочего раствора 20° С.	

Рецепт № 9

Фиксаж кислый

I. Вода (t около 50° С)	600 *мл*
Тиосульфат натрия крист.	250 *г* (безводн. 160 *г*)
II. Вода	250 *мл*
Сульфит натрия безводный	25 *г* (крист. 50 *г*)
Серная кислота (концентрированная, уд. в. 1,84)	5 *мл*

При остывании растворов до 20° С второй раствор при помешивании вливают в первый и добавляют воду до объема 1000 *мл.*

Примечание. При отсутствии серной кислоты можно заменить ее 80%-ной уксусной кислотой в количестве 15—40 *мл*, борной кислотой в количестве 20 *г*. Температура рабочего раствора 18—20° С.

Рецепт № 10

Фиксаж быстроработающий нейтральный

1. Вода (*t* около 50° С) . . . . 600 *мл*
2. Тиосульфат натрия крист. . . 150 *г* (безводный 100 *г*)
3. Хлористый аммоний . . . . 40 *г*
4. Вода до . . . . . 1000 *мл*

Температура рабочего раствора 20° С.

Рецепт № 11

Фиксаж кислый

I. Вода (*t* около 40—50° С) . . 600 *мл*
Тиосульфат натрия крист. . . 250 *г* (бнзводрый 160 *г*)
II. Вода . . . . . 200 *мл*
Сульфит натрия безводный . 25 *г* (крист. 50 *г*)
Метабисульфит калия . . . 17 *г*

По остывании растворов до 20° С второй раствор при помешивании вливают в первый и добавляют воду до объема 1000 *мл*.

Температура рабочего раствора 18—20° С.

Рецепт № 12

Фиксаж кислый дубящий

1. Вода (*t* около 50° С) . . 600 *мл*
2. Тиосульфат натрия безводный . . . . . 160 *г* (крист. 250 *г*)
3. Сульфат натрия безводный . . . . . 25 *г*
4. Серная кислота (уд. вес 1,84) . . . . . 5 *мл*
5. Алюмокалиевые квасцы . 15 *г*
6. Вода холодная . . . . до 1000 *мл*

Температура рабочего раствора 18—20° С.

Рецепт № 13

Фиксаж кислый дубящий быстрый

1. Вода (*t* около 50° С) . . 600 *мл*
2. Тиосульфат натрия безводный . . . . . 150 *г* (крист. 250 *г*)
3. Сульфит натрия безводный . . . . . 25 *г*
4. Серная кислота (уд. вес 1,84) . . . . . 5 *мл*
5. Хромокалиевые квасцы . 15 *г*
6. Хлористый аммоний . . 50 *г*
7. Вода холодная . . . . до 1000 *мл*

Температура рабочего раствора 18—20° С.

Примечание. Из этого раствора можно исключить квасцы, если нет опасения, что эмульсионный слой сильно набухнет.

3. РЕЦЕПТУРА РАСТВОРОВ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НЕГАТИВОВ

Рецепт № 14

Кислая останавливающая ванна

1. Уксусная кислота (28%-ная) . 25 *мл*
2. Сульфат натрия безводный . . 45 *г*
3. Вода . . . . . 1000 *мл*

Рецепт № 15

Реактив для проверки качества промывки

1. Марганцевокислый калий . . 1 *г*
2. Едкий натрий . . . . . 2 *г*
3. Вода дистиллированная . . . 850 *мл*

Рецепт № 16

Раствор для удаления желтой вуали с негатива

1. Тиомочевина . . . . . 11,2 *г*
2. Лимонная кислота . . . . . 11,2 *г*
3. Вода . . . . . 1000 *мл*

Рецепт № 17

Формалиновый дубитель

Применяется перед дополнительной химической обработкой негативов, которая может вызвать излишнее размягчение фотослоя, т. е. перед ослаблением, усилением и снятием вуали.

1. Вода . . . . . 500 *мл*
2. Формалин (37%-ный раствор) 10 *мл*
3. Сода безводная . . . . . 5 *г* (крист. 14 *г*)
4. Вода до . . . . . 1000 *мл*

Рецепт № 18

Марганцовокалиевый ослабитель (пропорциональный)

I. Вода . . . . . 1000 *мл*
Марганцовокислый калий . . 1 *г*
II. Вода холодная . . . . . 300 *мл*
Серная кислота (10%-ный раствор) . . . . . 24 *мл*

По охлаждении запасных растворов до 20° С второй раствор вливают в первый.

Температура рабочего раствора 18—20° С.

Рецепт № 19

Ослабитель с красной кровяной солью (поверхностный)

1-й запасной раствор

Вода . . . . . 1000 *мл*
Красная кровяная соль . . . . 7,5 *г*

2-й запасной раствор

Тиосульфат натрия крист. . . . 200 *г* (безводный 130 *г*)
Вода . . . . . 1000 *мл*

Перед употреблением растворы смешивают в равных объемах.

Рецепт № 20

Ослабитель с красной кровяной солью (пропорциональный)

Состав ослабителя тот же, что и в рецепте № 19. Но растворы не сливаются, а негативы обрабатывают последовательно, сначала в первом растворе (в течение 1—4 мин), затем во втором (около 5 *мин*).

Рецепт № 21

Персульфатный ослабитель (суперпропорциональный)

1-й запасной раствор

Вода дистиллированная . . . . 1000 *мл*
Персульфат аммония . . . . . 20 *г*
Серная кислота (10%-ная) . . . 10 *мл*

2-й запасной раствор

Сульфит натрия крист. . . . . 100 *г* (безводный 50 *г*)
Вода . . . . . 1000 *мл*

Температура рабочих растворов 20 °С.

Примечания: 1) для составления 1-го раствора берется только дистиллированная вода; 2) обработку негативов проводят в пластмассовых стеклянных или эмалированных ваннах (металлические ванны применять нельзя).

Рецепт № 22

Усилитель хромовый (пропорциональный)

I. Раствор для отбеливания

1. Калий двухромовокислый . . 8 *г*
2. Соляная кислота конц. (уд. вес 1,19) . . . . . 6 *мл*
3. Вода до . . . . . 1000 *мл*

Температура рабочего раствора 18—20° С.

II. Раствор для чернения

Метол . . . . . 10 *г*
Сульфит безводный . . . . . 13 *г*
Поташ . . . . . 50 *г*
Вода до . . . . . 1000 *мл*

Рецепт № 23

Усилитель с бромной медью (медный)

Раствор для отбеливания

Сернокислая медь (медный купорос)	70 *г*
Бромистый калий	30 *г*
Вода	1000 *мл*

После полного отбеливания следует промывка в проточной воде до полного осветления линий рисунка.
Чернение производится в свежем проявителе № 1.

4. КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ

В связи с заменой мокроколлоидного способа на сухие бромосеребряные светочувствительные материалы отпадает необходимость в применении целого ряда химических веществ, вредных для здоровья исполнителей и опасных в пожарном отношении. При работе на сухих броможелатиновых слоях создаются условия для полного объективного контроля изготовления фотоматериалов и последующих фотомеханических и фотолабораторных процессов. Такой контроль следует проводить по определенной системе.

В процессе массовой химико-фотографической обработки светочувствительных материалов свойства рабочих растворов значительно меняются, поэтому их необходимо периодически контролировать с целью выявления постоянства их химико-фотографических свойств. Этот контроль осуществляется как химическим, так и фотографическим методом.

Например, фотографический метод контроля работоспособности проявляющего раствора производится путем проявления в нем ранее проверенного светочувствительного материала, при этом выдерживаются определенные (стандартные) условия (температура раствора и время проявления). Такой контроль основан на сравнении испытуемого раствора с ранее использованными проявителями.

Сенситометрический контроль проявляющих растворов производят также по полученным сенситограммам. Для этого сенситограммы получают на светочувствительных материалах, свойства которых уже определены при стандартном проявлении. Плотности полученной сенситограммы, проявленной в испытуемом проявителе, измеряют на денситометре по методике, изложенной выше, и на основании полученных данных строят характеристическую кривую, по которой определяют свойства испытуемого проявителя: коэффициент контрастности и величину вуали. На основании объективного контроля можно принять необходимые меры к устранению выявленных недостатков путем введения специальных добавок.

В производственных подразделениях контроль за рабочими растворами осуществляют химические лаборатории, в задачи которых входят также: 1) проверка качества поступающих химикатов и материалов; 2) сенситометрический контроль светочувствительных материалов и рабочих растворов (испытание проявителей, фиксажей и пр.); 4) испытание светофильтров, а при необходимости и их изготовление; 5) отработка и проверка рецептуры; 6) экспериментальные работы.

Правильно поставленный контроль за рабочими растворами исключает брак на производственных процессах и способствует улучшению качества продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин Б. Н. Полиграфический рецептурный справочник. М., изд-во «Книга», 1967.

2. Варзугин В. М. Практическое руководство по фотомеханическим процессам при издании географических карт. М., изд-во «Недра», 1967.

3. Гигакс А. Ф. Теория и практика современной цинкографии. М., изд-во «Книга», 1964.

4. ГОСТ 10691—63. Фотографические материалы на прозрачной подложке.

5. ГОСТ 2653—44. Основные понятия и величины фотографической сенситометрии. Терминология.

6. Зеликман В. Л., Леви С. М. Основы синтеза и полива фотографических эмульсий. М., изд-во «Искусство», 1960.

7. Золотницкий Д. М. Контроль процессов обработки кинопленки. М., изд-во «Искусство», 1967.

8. Кудерский И. Г. Памятка по технике безопасности при выполнении фотолабораторных и фотограмметрических работ. М., Геодезиздат, 1961.

9. Лысюк В. Н. Экономика картографических предприятий. М., изд-во «Недра», 1967.

10. Маркилевич К. И., Шеберстов В. И., Кириллов Н. И. и др. Современное развитие фотографических процессов. М., изд-во «Искусство», 1960.

11. Михайлов В. Я. Руководство по фотолабораторным работам. М., Геодезиздат, 1954.

12. Михайлов В. Я. Аэрофотография и общие основы фотографии. М., Геодезиздат, 1959.

13. Неблит К. Б. Фотография. М., изд-во «Искусство», 1958.

14. Цыганов М. Н. Основы фотографии и аэрофотографии. М., Геодезиздат, 1963.

15. Шингарев Б. А., Кузнецова Н. А., Окнин Ю. А. и др. Издание карт. М., изд-во «Недра», 1967.

16. Эдельштейн А. В. Технология издания карт и атласов. М., Геодезиздат, 1962.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3
Краткие сведения о строении галогенидосеребряных фотоматериалов . . 5

Глава I.

Организация и технология изготовления светочувствительных пластин лабораторным способом 8
1. Технические требования к помещению 8
2. Оборудование 10
3. Материалы и требования к ним 14
4. Технологическая схема синтеза фотоэмульсии 17
5. Рецептура растворов для приготовления фотоэмульсий 29
6. Получение фотоэмульсии методом выделения твердой фазы галогенидов серебра 35
7. Подложка фотопластин 36
8. Нанесение фотоэмульсии на подложку 40
9. Высушивание фотопластин 44
10. Контроль качества фотопластин 45
11. Ведение технологического журнала и учета расходования материалов 56
12. Виды дефектов фотопластин 57
13. Упаковка и хранение фотопластин 61

Глава II.

Изготовление негативов 63
1. Помещение фотоотделения и основные требования к нему . . . 63
2. Оборудование фотоотделения 64
3. Техника изготовления штриховых и плутоновых оригиналов . . . 70

Глава III.

Ретушерные работы 91
Технические требования к отретушированным негативам и диапозитивам 93

Глава IV.

Изготовление диапозитивов для фотограмметрических работ . . . 95
1. Помещение 95
2. Оборудование 96
3. Основные требования к аэронегативам и диапозитивным светочувствительным материалам 97

117

4. Акклиматизация аэрофильмов 98
5. Подготовительные работы 100
6. Экспонирование и обработка диапозитивов 101
7. Контроль качества диапозитивов 104

Глава V.

Рецептура растворов, применяемых для обработки негативов (диапозитивов), и методика их приготовления 107
1. Рецептура проявителей 108
2. Рецептура фиксажных растворов 110
3. Рецептура растворов для дополнительной обработки негативов . . 112
4. Контроль за качеством рабочих растворов 114
Литература 116

Кудерский Иван Григорьевич

РУКОВОДСТВО
ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ СУХИХ
БРОМОСЕРЕБРЯНЫХ ФОТОПЛАСТИН,
НЕГАТИВОВ И ДИАПОЗИТИВОВ

Редактор издательства *З. Н. Чумаченко*
Техн. редакторы *А. Г. Иванова, В. В. Быкова*
Корректор *Кауфман Л. М.*

Сдано в набор 22/IX 1971 г. Подписано в печать 17/XI—1971 г. Т-19303 Формат 60×90¹/₁₆. Печ. л. 7,5 Уч.-изд. л. 7,45 Бумага № 1 Индекс 1—3—1. Заказ № 1658/2818—15 Тираж 1300 экз. Цена 39 коп.

Издательство «Недра».
Москва, К-12, Третьяковский проезд, д. 1/19.
Типография № 32 Главполиграфпрома.
Москва, Цветной бульвар, 26.

КНИГИ ПО ГЕОДЕЗИИ, ИМЕЮЩИЕСЯ В НАЛИЧИИ

Справочная литература

Герасимов Ф. Я., Говорухин А. М. **Краткий топографо-геодезический словарь — справочник.** 1968 г. 220 стр. Ц. 80 коп.

Единые нормы выработки (времени) на геодезические и топографические работы. Ч. I. Полевые работы. 1966 г. 194 стр. Ц. 1 р. 36 к.

Недешева Л. П., Романова Н. Г. **Руководство и таблицы по короткобазисной параллактической полигонометрии.** 1968 г. 360 стр. Ц. 1 р. 77 к.

Словарь географических названий зарубежных стран. 1970 г. 430 стр. Ц. 2 р. 48 к.

Производственно-техническая литература

Инструкция о государственном геодезическом надзоре. 1967 г. 54 стр. Ц. 16 коп.

Лобанов А. Н., Лысенко Ф. Ф. **Фототриангуляция с применением электронной цифровой вычислительной машины.** 1967 г. 292 стр. Ц. 1 р. 07 к.

Лысюк В. Н. **Экономика картографических предприятий.** 1967 г. 190 стр. Ц. 73 коп.

Меклер М. М. **Редактирование комплексных атласов зарубежных стран.** 1968 г. 132 стр. Ц. 63 коп.

Техническая инструкция по производству топографо-геодезических работ при геодезической разведке. 1964 г. 257 стр. Ц. 87 коп.

Научная литература

Лобанов А. Н. **Фототопография** (наземная фотограмметрическая съемка). 1968 г. 268 стр. Ц. 1 р. 14 к.

Труды ЦНИИГАиК. Вып. 168. Редактирование и составление карт почв, растительности и климата, атласов мира и материков. 1966 г. 252 стр. Ц. 1 р. 38 к.

Труды ЦНИИГАиК. Вып. 172. Фотографическое сгущение опорной сети. 1967 г. 156 стр. Ц. 89 коп.

Урмахер Л. С. **Оптика, фотография и аэрофотограмметрия приборов.** 1965 г. Ц. 67 коп.

Переводная литература

Дик Ю. **Практическая астрономия с визуальными инструментами.** 1966 г. 232 стр. Ц. 1 р. 11 к.

Перечисленные книги можно приобрести во всех магазинах, распространяющих техническую литературу.

В случае отсутствия книг в местных магазинах книготорга, заказы рекомендуем направлять по адресу:

Москва, И-412, Коровинское шоссе, д. 20. Магазин № 59 «Недра», отдел «Книга — почтой»

39 коп.

НЕДРА · 1972